Report of the Canada–European Union Symposium
Environmental Aspects of Arctic Climate Change Research and Policy Implications in the Arctic Region
Brussels, March 15–16, 2004
Rapport du Colloque Canada–Union Européenne
Évaluation environnementale de la recherche sur le changement climatique et répercussions politiques dans l'Arctique
Bruxelles, les 15-16 mars 2004
Canadian Polar Commission
Department of Foreign Affairs and International Trade
Commission canadienne des affaires polaires
Ministère des Affaires étrangères et du Commerce international

Report of the Canada-European Union Symposium

Rapport du Colloque Canada-Union Européenne

Environmental Assessment, Climate Change Research and Policy Implications in the Arctic

Évaluation environnementale, recherche sur le changement climatique et répercussions politiques dans l'Arctique

Brussels, Belgium
March 15-16, 2004

Bruxelles, Belgique
les 15-16 mars 2004

Edited by Steven C. Bigras and Vickie McCoy

Canadian Polar Commission

Department of Foreign Affairs
and International Trade

Redaction: Steven C. Bigras et Vickie McCoy

Commission canadienne des affaires polaires

Ministère des Affaires etrangères
et du Commerce international

Table of Contents

Foreword vii

Executive Summary ix

Introduction xv

Opening Statements 1
Steven Bigras 1
Canadian Polar Commission
Kevin O'Shea 2
Canadian Mission to the European Union
Anver Ghazi 3
Directorate General for Research, European Commission

First Session:
Climate Change Research and Policy
Implication for the Arctic Ocean Basin 5
Moderator:
Anver Ghazi
Directorate General for Research, European Commission

Presenters:
John England 5
University of Alberta
"The Climatic Implications of Changing Surface Circulation within the Arctic Ocean Basin"
Jean Claude Gascard 8
Université Pierre-et-Marie-Curie
"Ocean Circulation in the Arctic"

Panelists:
Petteri Taalas 10
Finnish Meteorological Institute
Jed Kaplan 11
Joint Research Centre

Discussion Summary 12

Table des matières

Avant-propos vii

Sommaire ix

Introduction xv

Déclarations d'ouverture 1
Steven Bigras 1
Commission canadienne des affaires polaires
Kevin O'Shea 2
Mission canadienne auprès de l'Union européenne
Anver Ghazi 3
Direction générale de la recherche, Commission européenne

Première séance:
La recherche sur le changement climatique et les répercussions politiques pour le bassin océanique de l'Arctique 5
Animateur:
Anver Ghazi
Direction générale de la recherche, Commission européenne

Présentateurs:
John England 5
Université de l'Alberta
« Le changement environnemental dans l'archipel Arctique canadien : de l'époque glaciaire à maintenant »
Jean Claude Gascard 8
Université Pierre-et-Marie-Curie
« Circulation océanique dans l'Arctique »

Panélistes:
Petteri Taalas 10
Institut météorologique de Finlande
Jed Kaplan 12
Centre Commun de Recherche

Résumé des discussions 13

Second Session:
The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems 15
Moderator:
Terry Callaghan
Abisko Scientific Research Station

Presenters:
Serge Payette 15
Université Laval
"The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems"
Pal Prestrud 17
Centre for International Climate and Environmental Research
"The Effects of Global Warming in the Arctic"

Panelists:
Lars-Otto Reiersen 20
Arctic Monitoring and Assessment Program
Andreas Richter 21
University of Austria

Discussion Summary 22

EEA/UNEP Presentation:
Arctic Environment: European Perspective – Why Should Europe Care? 25
Presenter:
Thors Larsen
Polar Unit, United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal

Third Session:
Earth Observation and Global Climate Monitoring 29
Moderator:
Alan Belward
Joint Research Centre, European Commission

Deuxième séance:
L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques 15
Animateur:
Terry Callaghan
Station de recherche scientifique Abisko

Présentateurs:
Serge Payette 15
Université Laval
«L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques»
Pal Prestrud 17
Centre pour la recherche sur le climat et l'environnement
«Les effets du réchauffement global dans l'Arctique»

Panélistes:
Lars-Otto Reiersen 20
Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique
Andreas Richter 21
Université d'Autriche

Résumé des discussions 22

Exposé AEE/PNUE:
L'environnement arctique : perspective européenne – pourquoi l'Europe doit-elle s'en soucier ? 25
Présentateur:
Thors Larsen
Unité des affaires polaires, Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Arendal

Troisième séance:
L'observation de la Terre et la surveillance du climat mondial 29
Animateur:
Alan Belward
Centre Commun de Recherche, Commission Européenne

Presenters:
Charles Randell 29
C-CORE
"The Northern View: Earth Observation Northern Monitoring"
Klaus Kunzi 30
University of Bremen
"The Arctic, a Key Climate Change Indicator"

Panelists:
Aynslie Ogden 32
Northern Research Institute, Yukon College
Chad Dick 33
Norwegian Polar Institute

Discussion Summary 34

Fourth Session:
Climate Change, Environmental Assessment and their Impact on the Resource Sector 37
Moderator:
Juha Kämäri
Finnish Environment Institute

Presenters:
David Livingstone 37
Indian and Northern Affairs Canada
"An Environmental Management Framework for the NWT"
Chris Burn 40
Carleton University
"Climate Change, Permafrost, and Resource Development in the Northwest Territories"

Panelists:
Lillian Oygarden 44
Centre for Soil and Environmental Research
Bjorn Gunnarsson 44
Natural Resource Sciences, University of Akureyri

Discussion Summary 46

Presentateurs:
Charles Randell 29
C-CORE
« La vision nordique: surveillance nordique de l'observation de la Terre »
Klaus Kunzi 31
Universite de Brême
« L'Arctique, indicateur clé du changement climatique »

Panelistes:
Aynslie Ogden 32
Northern Research Institute, Yukon College
Chad Dick 33
Institut norvegien des affaires polaires

Resume des discussions 34

Quatrième séance:
Le changement climatique, l'évaluation environnementale et leurs répercussions sur le secteur des ressources 37
Animateur:
Juha Kämäri
Institut finlandais de l'environnement

Presentateurs:
David Livingstone 37
Affaires indiennes et du Nord Canada
« Cadre de gestion environnementale pour les Territoires du Nord Ouest »
Chris Burn 40
Carleton University
« Changement climatique, pergélisol et mise en valeur des ressources dans les Territoires du Nord Ouest »

Panelistes:
Lillian Oygarden 44
Centre de recherche sur les sols et l'environnement
Bjorn Gunnarsson 45
Sciences des ressources naturelles, Université d'Akureyri

Resume des discussions 46

Fifth Session:
Moving Forward: Future Challenges and Areas of Cooperation 49
Moderator:
Steven C. Bigras
Canadian Polar Commission

Panelists:
Anders Karlqvist 50
Swedish Polar Research Secretariat
Paola De Rose 51
Canadian Mission to the European Union
John Crump 52
Indigenous Peoples Secretariat
Keith Finlayson 54
United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal

Discussion Summary 55

Closing Remarks 58

Appendix A:
List of Acronyms 60

Appendix B:
List of Participants 61

Cinquième séance:
Vers l'avenir: défis futurs et domaines de coopération 49
Animateur:
Steven C. Bigras
Commission canadienne des affaires polaires

Panelistes:
Anders Karlqvist 50
Secrétariat suédois de la recherche polaire
Paola De Rose 51
Mission canadienne auprès de l'Union européenne
John Crump 53
Secrétariat des peuples autochtones
Keith Finlayson 54
Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Arendal

Résumé des discussions 55

Mots de clôture 58

Annexe A:
Liste de sigles 60

Annexe B:
Liste de participants 61

Foreword

The Canadian Mission to the European Union and the Canadian Polar Commission hosted the Canada–EU Symposium: Environmental Assessment, Climate Change and Policy Implications in the Arctic on March 15–16, 2004 in Brussels, Belgium. The purpose was to bring together researchers and policy makers to share their work experience and discuss Arctic research issues, concerns and opportunities in an effort to stimulate research initiatives between Canadian and EU scientists.

Held over a two-day period, the symposium consisted of five plenary sessions, each followed by an open discussion to examine how current environmental research can help improve environmental assessment processes and policies. The first three sessions: "Climate Change Research and Policy Implications for the Arctic Basin", "The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems" and "Earth Observation and Global Climate Monitoring", examined prevailing climate change scenarios and their potential impact on the development of environmental assessment processes and policies. They also strove to identify future research projects that could increase understanding of the impacts of climate change on the environment and enable properly informed policy decisions.

A special session was devoted to the joint United Nations Environment Programme (UNEP) and European Environment Agency (EEA) report *Arctic Environment: European Perspectives – Why Should Europe Care?* which aims to focus attention on the Arctic region and highlights its crucial role in the future of Europe.

The final two sessions: "Climate Change, Environmental Assessment and Their Impact on the Resource Sector" and "Moving Forward: Future Challenges and Areas of Cooperation" considered the effectiveness of environmental policies as they relate to exploratory and resource development activities. Researchers and policy makers also shared their experiences in developing and implementing environmental assessment policies, and discussed future challenges and potential areas of cooperation.

This symposium highlighted the fact that climate change – in particular global warming – is occurring now in the polar regions. Many of the Arctic's residents depend on

Avant-propos

La Mission canadienne auprès de l'Union européenne et la Commission canadienne des affaires polaires ont tenu, les 15–16 mars 2004 à Bruxelles, Belgique, un Colloque Canada–UE sur le thème Évaluation environnementale, changement climatique et répercussions sur la politique en Arctique. L'objectif était de réunir les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques pour partager leur expérience professionnelle et débattre des thèmes de la recherche dans l'Arctique, des préoccupations et des perspectives, dans un effort pour stimuler les initiatives scientifiques entre les chercheurs du Canada et de l'UE.

Le Colloque, qui a duré deux jours, comportait cinq plénières, chacune suivie par un débat ouvert portant sur les moyens par lesquels la recherche environnementale actuelle peut appuyer l'amélioration des mécanismes politiques d'évaluation environnementale. Les trois premières séances, à savoir « La recherche sur le changement climatique et les répercussions politiques pour le bassin océanique de l'Arctique », « L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques » et « L'observation de la Terre et la surveillance du climat mondial », s'attardaient sur les scénarios prévalants du changement climatique et leurs répercussions éventuelles sur l'élaboration des mécanismes et politiques d'évaluation environnementale. On s'efforçait également de dégager les projets futurs de recherche qui pourraient apporter une meilleure compréhension des répercussions du changement climatique sur l'environnement et faciliter des décisions politiques éclairées.

Une séance spéciale était consacrée au rapport conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) intitulé « *L'environnement arctique: point de vue de l'Europe, pourquoi l'Europe doit-elle s'en soucier?* » qui visait à attirer l'attention sur la région de l'Arctique et à faire ressortir son rôle essentiel pour l'avenir de l'Europe.

Les deux séances finales, à savoir « Le changement climatique, l'évaluation environnementale et leurs répercussions sur le secteur des ressources » et « Vers l'avenir: défis futurs et domaines de coopération » portaient sur l'efficacité des politiques environnementales en ce qu'elles ont trait aux activités d'exploration et de mise en valeur des ressources. Les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques ont également partagé leurs expériences de l'élaboration et

the local land and sea for their livelihood, and the environmental changes occurring today will have a direct effect on the way they live. Over the two-day symposium the pressing need for initiatives and policies to deal with the potential climate impacts in the Arctic became obvious. More initiatives like the Canada–EU symposium to help bridge the gap between the research community and policy makers are urgently needed.

I would like to thank all the participants who gave so generously of their time and knowledge. Their contributions to the Symposium will greatly help advance Canada–EU research collaboration in the Arctic.

Special thanks to Ms. Patti Bruns and Ms. Paola De Rose of the Mission of Canada to the European Union, for their unwavering support and commitment in organizing the Canada–EU Symposium.

Steven C. Bigras
Executive Director
Canadian Polar Commission

de la mise en œuvre des politiques d'évaluation environnementale et débattu des défis futurs et des domaines éventuels de coopération.

Le Colloque a fait ressortir le fait que le changement climatique et notamment le réchauffement mondial, l'une de ses conséquences, est maintenant une réalité dans les régions polaires. Nombre de résidants de l'Arctique dépendent des mers et des terres locales pour leur subsistance et les changements environnementaux qui interviennent maintenant auront un effet direct sur leur mode de vie. Au cours des deux journées du Colloque, il est devenu évident qu'il était urgent de disposer d'initiatives et de politiques pour faire face aux répercussions climatiques éventuelles dans l'Arctique. Il faut de toute urgence davantage d'initiatives comme le Colloque Canada–UE, afin de combler le fossé entre la collectivité des chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques.

J'aimerais remercier tous les participants qui ont si généreusement donné de leur temps et de leur savoir. Leur apport au Colloque contribuera grandement à la collaboration Canada–UE en matière de recherche dans l'Arctique.

J'adresse des remerciements spéciaux à M^mes^ Patti Bruns et Paola De Rose de la Mission du Canada auprès de l'Union européenne, pour leur soutien indéfectible et leur dévouement dans l'organisation du Colloque Canada–UE.

Steven C. Bigras
Directeur exécutif
Commission canadienne des affaires polaires

105-06006/

Executive Summary

It is an accepted fact that the Earth's climate is warming. Climate change models generally agree that the North will likely see the greatest changes in climate over the next 100 years. This could have significant impacts on the northern physical environment and natural resources and on the communities and societies that depend on them.

The Canada–EU Symposium aimed to outline some of the major impacts of climate change already occurring in northern environments as well as those likely to occur in the near future. The Symposium also focussed on the policy implications of these impacts and ways in which the science of climate change could be used to develop policy.

First Session: Climate Change Research and Policy Implications for the Arctic Ocean Basin

The Arctic Ocean Basin is a complex and diverse environment shared by both Canada and Europe, and one about which there is still much to be learned. Knowing its behaviour in the distant past is essential to understanding this system.

Because Arctic climate records go back only about 50 years, proxy information must be used to extend records. Studying exposed Arctic shorelines can reveal past fluctuations in the ecosystem: remnants of marine fauna, drift wood and whale bones left on raised beaches provide a wealth of information about past ocean circulation patterns and subsequent sea ice cover and transport. Changes over the last few decades in the extent and thickness of ice cover can be measured with passive radiometers, spectrometers and sonar.

Results from all these techniques indicate that significant changes are occurring in the Arctic Ocean Basin. Although discrepancies exist between different methods of examination it is generally agreed that sea ice cover and thickness have lessened significantly in recent years. Changes in ocean circulation patterns have also been observed.

Changing sea ice cover and thickness may have considerable consequences for the terrestrial environment as well as the people and animals that live in the North. For example, when ice packs are driven up to the shore by

Sommaire

C'est un fait reconnu, le climat de la Terre se réchauffe. Dans les modélisations du changement climatique, on reconnaît généralement que le Nord sera probablement l'endroit où les changements climatiques seront les plus prononcés au cours des 100 prochaines années. Ces changements de climat pourraient avoir des répercussions d'envergure sur le milieu physique du Nord et ses ressources naturelles, ainsi que sur les collectivités et sociétés qui en dépendent.

Le Colloque Canada–UE avait pour objet de faire ressortir certaines des principales répercussions du changement climatique déjà observables dans les environnements nordiques, ainsi que celles susceptibles de se produire dans le proche avenir. Le Colloque portait également sur les répercussions politiques de ces conséquences et les moyens par lesquels la science du changement climatique pouvait éclairer la politique.

Première séance: La recherche sur le changement climatique et les répercussions politiques pour le bassin océanique de l'Arctique

Le bassin océanique de l'Arctique est un milieu complexe et varié que partagent le Canada et l'Europe et sur lequel nous avons beaucoup à apprendre. En savoir davantage sur son comportement dans un passé éloigné est essentiel pour comprendre ce système.

Puisque les archives climatologiques sur l'Arctique ne remontent qu'à environ 50 ans, il faut faire appel à des données de substitution pour en étendre la portée. L'étude des côtes arctiques exposées peut faire ressortir les fluctuations antérieures dans l'écosystème: résidus de faune marine, bois flotté et ossements de baleines laissés sur les plages soulevées, autant d'éléments qui fournissent une manne d'informations sur les anciens profils de circulation océanique et la couverture et le transport subséquents des glaces de mer. Les changements intervenus depuis quelques décennies dans l'étendue et l'épaisseur de la couverture des glaces sont mesurables à l'aide de radiomètres passifs, de spectromètres et de sonars.

Grâce aux résultats de toutes ces techniques, on sait que des changements importants interviennent dans le bassin océanique de l'Arctique. Malgré des divergences entre les diverses méthodes d'examen, on convient généralement que la couverture de glaces de mer et son épaisseur ont diminué

winds and ocean currents, vegetation has a correspondingly shorter growing season, the air temperature is colder and there are more fog clouds. This can affect the amount of food available for animals in the area as well as for the people who depend on them.

We do not yet completely understand the potential consequences of climate change in the Arctic. The policies developed and implemented as a result of the research findings will be designed to help mitigate some of the more serious consequences. There is also a need to look at the financial implications of different scenarios, given the importance of cost in making policy decisions.

Second Session: The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems

Northern ecosystems have been changing in response to temperature changes over the last century. In parts of northern Quebec and Labrador for example, the treeline has been moving northwards and to higher elevations, with some local exceptions. This puts many of the endemic species at risk, for given the rapidity with which the climate is changing relocation is more likely to occur than adaptation, and some species will simply have no place to go.

Wetlands may also be affected by climate change. In many areas the water table is rising, increasing pond surface in the surrounding areas. The resulting degradation of wetlands, peatlands and permafrost can affect the carbon cycle and methane production. One of the main questions arising from arctic ecosystem research concerns whether the Arctic is a carbon sink or a carbon source.

More information – including that obtained from traditional knowledge – is required in order to understand these changes and to produce useful policy to mitigate their impacts.

EEA/UNEP Presentation: Arctic Environment, European Perspective – Why Should Europe Care?

A special session was held to mark the release of a special report by the European Environmental Agency (EEA) and the United Nations Environmental Program (UNEP)

considerablement ces dernieres annees. On a egalement observe des changements dans les profils de circulation oceanique.

Les changements dans la couverture et l'epaisseur des glaces de mer peuvent avoir des repercussions considerables sur l'environnement terrestre et sur les personnes et les animaux qui vivent dans le Nord. Ainsi, lorsque les banquises sont poussees sur la cote par les vents et les courants oceaniques, la saison de croissance de la vegetation est d'autant plus courte, l'air devient plus froid et la couverture nuageuse est plus dense. Cela influe sur la quantite d'aliments dont disposent les animaux de la region, ainsi que sur les personnes qui en dependent.

Nous ne comprenons pas encore totalement les consequences eventuelles du changement climatique dans l'Arctique. Les lignes de conduite elaborees et mises en oeuvre a la suite des constatations des chercheurs seront conçues pour faciliter l'attenuation de certaines des consequences les plus graves. Il faut egalement se soucier des consequences financieres des divers scenarios, compte tenu de l'importance du coût dans la prise des decisions politiques.

Deuxieme seance: L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques

Depuis un siecle, les ecosystemes nordiques changent en reponse aux changements de temperature. Dans certaines parties du nord du Québec et du Labrador, par exemple, la limite forestiere s'est deplacee vers le nord et a plus grande altitude, a quelques exceptions locales pres. Cela impose des risques a nombre d'especes endemiques car, compte tenu de la rapidite de changement du climat, leur deplacement est plus probable que leur adaptation et certaines especes n'auront simplement pas d'endroit ou aller.

Les terres humides peuvent aussi être affectees par le changement climatique. Dans nombre de regions, la nappe phreatique monte, entrainant une expansion des etangs des secteurs avoisinants. La deterioration qui en resulte dans les terres humides, les tourbieres et le pergelisol peut affecter le cycle du carbone et la production de methane.

L'une des grandes questions decoulant de la recherche sur les ecosystemes de l'Arctique est de savoir si, oui ou non, l'Arctique est un puits de carbone ou une source de carbone.

Nous aurons besoin de plus de renseignements, notamment

des sources traditionnelles, pour comprendre ces changements et concevoir une politique utile pour en atténuer les effets.

Expose AEE/PNUE: L'environnement arctique: perspective européenne – pourquoi l'Europe doit-elle s'en soucier?

On a tenu une séance spéciale pour souligner la publication d'un rapport spécial de l'Agence européenne de l'environnement (AEE) et du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) intitulé *«L'environnement arctique: perspective européenne – pourquoi l'Europe doit-elle s'en soucier?»* L'espoir de l'AEE et du PNUE est que le rapport servira de catalyseur et stimulera le débat sur les mesures politiques européennes concernant l'Arctique et participera à la mise en œuvre de la deuxième Dimension nordique.

La collaboration entre États entourant l'océan Arctique est souvent difficile, car chaque pays a des priorités politiques et sociales différentes. Néanmoins, on a amorcé une somme considérable de recherches en collaboration afin de protéger et de conserver l'environnement arctique, mais beaucoup reste à faire.

En plus du changement climatique, l'environnement et les résidants de l'Arctique devront relever probablement de nombreux autres défis, notamment la mise en valeur sécuritaire du pétrole, du gaz et d'autres ressources naturelles. La question de la responsabilité est un aspect névralgique. Qui est responsable de l'Arctique: les autochtones et autres résidants du Nord, les pays individuellement ou la collectivité internationale? Il faudrait étudier des mécanismes incitant les peuples autochtones à assumer l'intendance de la nature et des ressources fauniques de l'Arctique et encourager la cogestion et la gestion communautaire des ressources naturelles.

Troisième séance: L'observation de la Terre et la surveillance du climat mondial

De façon à élargir les connaissances actuelles sur la dynamique et le changement climatique dans l'écosystème nordique, il faut un mécanisme facilitant l'accès à tous les renseignements disponibles. Le Northern View (Vue nordique), Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, vise à être un «guichet unique» pour l'information sur l'observation de la région nordique de la Terre par des nœuds de service au Canada et

Satellite observation is generally better funded than field observation, though both are necessary and complementary. Policy frameworks requiring both satellite observations and fieldwork would help remedy this. The research community must communicate the advantages of knowing what is happening with the environment and the potential implications. Scientists need to ensure that policy makers are aware of the information needs.

Information must also be made accessible to researchers and to the public.

davantage en Europe, ou travaillent des specialistes de l'observation de la Terre. On espere renforcer la circulation de l'information entre les milieux scientifiques et les responsables de l'elaboration des politiques.

Les modelisations climatiques et autres outils d'observation de la Terre et de surveillance du climat se sont deja averees utiles pour preciser les changements deja intervenus. Puisque les divers modeles climatologiques varient par leurs projections, il faut etablir des normes universellement reconnues de validation et d'etalonnage.

Fourth Session: Climate change and Environmental Assessment and their Impact on the Resource Sector

Effective application of accumulated climate change knowledge requires development of a framework that can address cumulative effects and take into account various stakeholders, multi-jurisdictional regulations and interests, environmental impacts and other concerns specific to the Northwest Territories.

En regle generale, les observations par satellite beneficient d'un meilleur financement que les observations sur le terrain, meme si les deux sont necessaires et complementaires. Il serait possible de corriger un peu cette situation par des cadres de politiques exigeant a la fois les observations par satellite et du travail sur le terrain. Les chercheurs doivent faire connaitre quels sont les avantages de savoir ce qui se produit dans l'environnement, ainsi que les repercussions eventuelles. Ils doivent veiller a ce que les responsables de l'elaboration des politiques sachent quels sont les besoins d'information.

Fundamental to such a framework is responsible economic development, the building of sustainable communities, the commitment to achieving consensus between parties and the use of traditional knowledge.

Such frameworks are especially important in the Northwest Territories given recent oil and gas and developments in the Mackenzie area, and the northern diamond industry. These industries in the North may have significant environmental implications, especially regarding permafrost stability. As much of northern Canada's permafrost contains considerably more ice than sediment, warmer temperatures would cause the loss of vast amounts of terrain through thawing. Where permafrost zones are used for waste containment, thawing could bring contaminants into the ecosystem.

The resource sector must consider many issues when planning a successful management framework. It may not be possible to plan for every contingency but the most important impacts must be recognized and addressed. There are risks involved when considering resource development in the Arctic; there are needs for adaptation, for a management framework, for addressing cumulative effects, and for participation of indigenous peoples in the development and management process. Finally there is a need for cooperation to assist and to try to put forward these mechanisms in a very consistent and efficient way.

Natural resource development in the Arctic has always been a controversial issue. Some see it as a solution to high unemployment while others see it as a disruptive and destructive force that should be stopped. The question then becomes one of approval or disapproval of non renewable resource development.

Developing and implementing a management plan to encourage sustainable economic development is essential. This requires cooperation on many levels and between various groups with different interests. Resource development often provides an opportunity for northerners to establish economic independence and security.

De plus, l'information doit être mise à la portée des chercheurs et du public.

Quatrième séance: Le changement climatique, l'évaluation environnementale et leurs répercussions sur le secteur des ressources

Pour appliquer efficacement les connaissances accumulées sur le changement climatique, il faut élaborer un cadre capable de répondre aux effets cumulatifs et de tenir compte des divers intervenants, de la réglementation et des intérêts des diverses compétences, des répercussions environnementales et autres préoccupations spécifiques aux Territoires du Nord-Ouest.

L'un des éléments clés de ce cadre est le développement économique responsable, l'établissement de collectivités durables, l'engagement à atteindre un consensus entre les parties et l'utilisation du savoir traditionnel.

Il faut un cadre de ce type dans les Territoires du Nord-Ouest, compte tenu des travaux récents de mise en valeur du pétrole et du gaz dans la région du Mackenzie, ainsi que de l'industrie nordique du diamant. Ces industries du Nord peuvent avoir des répercussions environnementales considérables, particulièrement en ce qui a trait à la stabilité du pergélisol. Puisqu'une bonne partie du pergélisol du Nord canadien contient beaucoup plus de glace que de sédiments, le réchauffement pourrait entraîner la perte de vastes quantités de terrain par dégel. Là où les zones de pergélisol servent au confinement des déchets, le dégel pourrait entraîner des contaminants dans l'écosystème.

Le secteur des ressources doit tenir compte de nombreux aspects dans la planification d'un cadre de saine gestion. Peut-être n'est-il pas possible de prévoir toutes les éventualités, mais il faut déceler les impacts les plus importants et en tenir compte. Il y a des risques, lorsqu'on envisage la mise en valeur des ressources dans l'Arctique; il y a des besoins d'adaptation, il faut préparer un cadre de gestion, trouver des solutions aux effets cumulatifs et faire participer les Autochtones dans toutes les phases du mécanisme d'élaboration et de gestion. Enfin, la coopération est nécessaire de façon à ce que ces mécanismes fonctionnent de façon cohérente et efficiente.

La mise en valeur des ressources naturelles de l'Arctique a toujours porté à controverse. Certains y voient une solution au

Fifth Session: Moving Forward: Future Challenges and Areas of Cooperation

Evidence of climate change impacts has already been documented in the North and it is clear that the impacts of climate change will not only produce frequent and extreme weather events but also long term environmental shifts. These have the potential to affect our ecosystems and the economies and lifestyles that depend on them. In order to mitigate these impacts we need to develop effective policy-making now.

One way to increase and facilitate policy making is to establish international co-operations between scientists and policy makers. The upcoming International Polar Year will act as a stepping-stone for multinational collaborations. It is challenging but essential to communicate clearly to politicians and policy-makers despite the lingering uncertainties in climate-change science. As public awareness helps considerably in getting messages to politicians, it is important that scientists and researchers share their results not only with colleagues but also with the general public.

Cinquième séance: Vers l'avenir: défis futurs et domaines de coopération

On a déjà abondamment décrit les répercussions du changement climatique dans le Nord et il est évident que les répercussions du changement du climat seront à l'origine non seulement de phénomènes météorologiques fréquents et extrêmes, mais aussi de changements environnementaux à long terme. Ces effets peuvent affecter nos écosystèmes et les économies et modes de vie qui en dépendent. Pour atténuer ces effets, il faut dès à présent une capacité efficace d'élaboration des politiques.

L'un des moyens d'intensifier et de faciliter l'élaboration des politiques est d'établir une coopération internationale entre chercheurs et responsables de l'élaboration des politiques. La prochaine Année polaire internationale sera une pierre angulaire pour les collaborations multinationales. C'est un défi, mais il est essentiel de faire savoir clairement aux politiciens et aux responsables des politiques ce qui se passe, malgré les incertitudes scientifiques qui planent en matière de changement climatique. Puisque la sensibilisation du public est un levier considérable pour faire passer le message aux politiciens, il est important que les scientifiques et les chercheurs partagent leurs résultats non seulement avec leurs collègues, mais également avec le grand public.

Introduction

Organized by the Department of Foreign Affairs and International Trade and the Canadian Polar Commission, and hosted by the Mission of Canada to the European Union in Brussels, Belgium, the Canada-EU symposium aimed to bring together researchers and policy makers to discuss Arctic research issues, concerns and opportunities in an effort to stimulate research initiatives between Canadian and EU scientists. It provided an opportunity for participants to share their research results and interests in the Arctic, as well as their work experience with the environmental assessment process and policy development.

Introduction

Organisé par le ministère des Affaires étrangères et du Commerce international et la Commission canadienne des affaires polaires, sous l'égide de la Mission du Canada auprès de l'Union européenne à Bruxelles, Belgique, le Colloque Canada-UE visait à réunir les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques afin de discuter des questions, préoccupations et possibilités de la recherche dans l'Arctique, dans un effort pour stimuler les initiatives de recherche entre les scientifiques du Canada et de l'Union européenne. Le Colloque était une occasion pour les participants de partager les résultats de leurs recherches et leur intérêt pour l'Arctique, de même que leur expérience professionnelle du mécanisme d'évaluation environnementale et de l'élaboration des politiques.

Specific Objectives of the Symposium

- Providing an opportunity for the Canadian Northern Research Chairs and EU scientists to share the results of their research in the Arctic and experiences with the environmental assessment process and policy development;
- Examining how current and proposed research may

Objectifs spécifiques du Colloque

- Fournir l'occasion aux chaires de recherche nordique canadiennes et aux chercheurs de l'UE de partager les résultats de leurs recherches dans l'Arctique et leurs expériences du mécanisme d'évaluation environnementale et de l'élaboration des politiques;
- préciser en quoi la recherche actuelle et les projets

contribute to the environmental assessment processes and policy development;

- Considering the potential impact climate change may have on environmental assessment policies and exploration/development of the natural resource sector (e.g., oil and gas, mining, forestry); and,
- Developing a network of Canada–EU scientists.

The Symposium was held on March 15–16, 2004. There were five plenary sessions, with a special session devoted to the launch of the joint United Nations Environment Programme (UNEP) and the European Environment Agency (EEA) report *Arctic Environment: European Perspective, Why Should Europe Care?* Researchers were asked to make a 10 to 15 minute presentation outlining their research activities and findings. An open discussion followed each session and focussed on how current environmental research can help improve environmental assessment policies and processes. The final session dealt with some of the research and policy development challenges for the future and explored potential areas of cooperation amongst scientists and policy makers.

envisages peuvent contribuer aux mecanismes d'evaluation environnementale et a l'elaboration des politiques;

- etudier les effets eventuels du changement climatique sur les politiques d'evaluation environnementale et l'exploration/la mise en valeur du secteur des ressources naturelles (p. ex., petrole et gaz, mines, forets); et
- creer un reseau Canada–UE de chercheurs.

Le Colloque a eu lieu les 15–16 mars 2004. Il s'est deroule en cinq seances plenieres et une seance speciale consacree au lancement du rapport conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et de l'Agence europeenne de l'environnement (AEE) intitule *« L'environnement arctique: point de vue de l'Europe, pourquoi l'Europe doit-elle s'en soucier? »* Les chercheurs ont ete appeles a faire des exposes de 10 a 15 minutes degageant leurs recherches et leurs constatations. Chaque seance etait suivie par une discussion libre qui portait sur la façon dont la recherche environnementale actuelle peut permettre d'ameliorer les politiques et les mecanismes d'evaluation environnementale. La seance finale portait sur certains defis futurs en matiere de recherche et d'elaboration des politiques et comportait une analyse des secteurs potentiels de cooperation entre scientifiques et responsables de l'elaboration des politiques.

Opening Statements

Steven C. Bigras
Canadian Polar Commission

It is a distinct pleasure to represent the Canadian Polar Commission (CPC) at the Canada–EU Symposium on Environmental Assessment, Climate Change Research and Policy Implications in the Arctic. For those of you who are not familiar with the CPC, one of its principal roles is to advise the Canadian Federal Government on polar research issues. The Commission also promotes the development and dissemination of polar knowledge by fostering international co-operation in the advancement of polar knowledge through involvement in conferences, workshops and meetings.

In an advisory capacity a key element is being able to identify emerging issues and trends. One way of accomplishing this is by being involved in innovative and forward looking initiatives such as this symposium. The Canada–EU Symposium is a result of an ongoing dialogue with my colleagues from the Canadian Mission to the EU as well as others from the Department of Foreign Affairs and International Trade in Canada, and Canadian arctic researchers.

We felt it would be useful to bring together Canadian and European researchers and policy makers working on Arctic initiatives to discuss climate change and the environmental assessment process, and their policy implications – because this group of scientists and policy makers does not get together on a regular basis to discuss issues and policies.

A traditional setting such as a conference or a workshop with breakout sessions was not the venue of choice. There was a need for something new; a venue that would engage the participants in a dialogue. Since it was something untested we wanted to limit the number of participants, to perhaps twenty or so. However, I see from the number of people in this room today that there is great interest in the symposium. Perhaps this reflects how important and necessary it is to arrange meetings between research scientists and policy makers. I would encourage everyone, including those not sitting at the table, to get involved in the dialogue and voice your opinion during the discussion period and the end of the panel sessions.

Allocutions d'ouverture

Steven C. Bigras
Commission canadienne des affaires polaires

C'est pour moi un insigne honneur de représenter la Commission canadienne des affaires polaires (CCAP) au Colloque Canada–UE sur l'évaluation environnementale, la recherche sur le changement climatique et les répercussions des politiques dans l'Arctique. Pour ceux d'entre vous qui ne connaissent pas la CCAP, l'un de ses principaux rôles est de conseiller le gouvernement fédéral canadien sur les questions touchant la recherche polaire. La Commission préconise également l'acquisition et la diffusion du savoir en matières polaires en favorisant la coopération internationale pour l'avancement des connaissances du milieu polaire par la participation à des conférences, ateliers et réunions.

À titre consultatif, un élément clé est d'être à même de dégager les questions et tendances naissantes. Une façon d'y parvenir est de participer à des initiatives innovatrices et visionnaires comme ce Colloque. Le Colloque Canada–UE est le résultat d'un dialogue permanent avec mes collègues de la Mission canadienne auprès de l'UE, de même que d'autres du ministère des Affaires étrangères et du Commerce international au Canada, ainsi qu'avec les chercheurs de l'Arctique canadien.

Nous avons estimé qu'il serait utile de réunir les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques qui, au Canada et en Europe, travaillent sur des initiatives touchant l'Arctique, afin de discuter du changement climatique et du mécanisme d'évaluation environnementale, de même que de leurs répercussions en matière de politique, parce que ce groupe de chercheurs et de responsables de l'élaboration des politiques ne se rencontre pas périodiquement pour discuter des enjeux et des politiques.

Un cadre classique, par exemple une conférence ou un atelier avec séances en groupes restreints, n'était pas la formule privilégiée. Il fallait quelque chose de neuf : un événement qui inciterait les participants au dialogue. Puisque nous n'avions pu faire d'essais, nous souhaitions limiter le nombre de participants à environ une vingtaine. Toutefois, si j'en crois le nombre de personnes présentes aujourd'hui, le Colloque suscite un vif intérêt. Cela reflète peut-être l'importance et la nécessité d'organiser des rencontres entre scientifiques et responsables de l'élaboration des politiques. J'encouragerais tous et chacun, y compris les personnes qui ne sont pas à cette table, de s'impliquer dans le

Five symposium sessions will take place over the next day and a half. Researchers will make a 10 to 15 minute presentation outlining their research activities and findings. An open discussion will follow each session and will focus on how current environmental research can help improve environmental assessment policies and processes.

We have some very informative and interesting presentations lined up, and I trust that they will lead into lively discussion periods. To ensure we capture all the innovative ideas and information from the symposium a summary report will be produced and distributed.

I look forward to our discussions, and to renewing and making new acquaintances over the next two days.

Kevin O'Shea

Canadian Mission to the European Union

On behalf of the Department of Foreign Affairs let me welcome you all to the Canada–EU Symposium.

You have a very full agenda over the next day and a half on issues that address an important concern in Canada: How do we bridge the gap between climate change research results and the public policy necessary to both mitigate and adapt to these changes?

The North is a priority for Canada. Much of our geographic territory lies north of 60 and despite old notions of the North, this is not a vast, empty space. The North is a place where people live and work. It is a place where indigenous cultures and big business interests collide. It is the place where the safety and environment is the top of everyone's minds.

This is why we have been with through multilateral organizations like the EU and the Arctic Council, as well as bilaterally with our northern neighbours – to raise the profile of the challenges and opportunities that face northern inhabitants.

While we have a number of formal mechanisms to foster cooperation – such as the *Canada–EU Joint Statement on Northern Issues* and the *Northern Dimension of Canada's Foreign Policy* – it is the face to face exchanges among experts in both science and policy fields that often yield important results.

dialogue et de formuler leurs opinions au cours des périodes de discussion et à la fin des séances de débats d'experts.

Au cours de la prochaine journée et demie, nous aurons cinq séances dans ce Colloque. Les chercheurs feront des exposés de 10 à 15 minutes dégageant leurs projets de recherche et leurs constatations. Chaque séance sera suivie par une discussion libre qui portera sur la manière dont la recherche environnementale actuelle peut servir l'amélioration des politiques et mécanismes d'évaluation environnementale.

Nous avons réuni une série d'exposés très éclairants et très intéressants et je ne doute pas qu'ils donneront lieu à des périodes de discussion très animées. Pour saisir intégralement les idées originales et les renseignements innovateurs issus du Colloque, nous préparerons et diffuserons un rapport résumé.

J'ai hâte d'amorcer ces discussions, de renouer connaissance et d'en faire de nouvelles au cours des deux prochaines journées.

Kevin O'Shea

Mission canadienne auprès de l'Union européenne

Au nom du ministère des Affaires étrangères, permettez-moi de vous souhaiter tous la bienvenue au Colloque Canada–UE.

Aujourd'hui et demain nous réservent un programme chargé dont les thèmes visent des préoccupations importantes au Canada. Comment combler le fossé entre les résultats de la recherche sur le changement climatique et la politique publique dont nous avons besoin pour à la fois atténuer ces changements et nous y adapter?

Le Nord est une priorité du Canada. Une bonne partie de notre territoire se situe au nord du 60e parallèle et malgré ce qu'on pouvait autrefois en penser, le Nord n'est pas une immensité vide. C'est un lieu où des gens vivent et travaillent, où les cultures autochtones et les intérêts des grandes entreprises entrent en conflit. C'est un endroit où la sécurité et l'environnement sont toujours présents dans l'esprit des gens.

Voilà pourquoi nous nous sommes efforcés, à la fois par l'entremise d'organisations multilatérales comme l'UE et le Conseil de l'Arctique, ainsi que sur un mode bilatéral avec nos voisins nordiques, de faire ressortir les défis et les perspectives des habitants du Nord.

Nous disposons d'un certain nombre de mécanismes

So, I encourage you all to share your views and to take the next day and a half to discover what we have to offer one another. Our Canadian Northern Research Chairs and the rest of the Canadian delegation are here not only to share but also to listen.

I look forward to hearing how the day went later at the reception which I hope you will all attend.

Anver Ghazi

Directorate General for Research, European Commission

The European Union (EU) is at the forefront of international efforts to combat climate change and has played a key role in the development of the two major treaties addressing the issue, the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol.

Climate change is seen as one of the greatest environmental, social and economic threats facing the planet. During the last century, the Earth's average surface temperature rose by around 0.6° C. Evidence is getting stronger that most of the global warming that has occurred over the last 50 years is attributable to human activities.

It is projected that the global average surface temperatures will rise by a further 1.4 to 5.8 °C by the end of this century. This global temperature increase is likely to trigger serious consequences for humanity and other life forms alike, including a rise in sea levels of an estimated 9 to 88cm by the end of this century, which will endanger coastal areas and small islands, and a greater frequency and severity of extreme weather events.

The Research DG is one of 36 Directorates-General (DGs) and specialised services which make up the European Commission. Although its mission is evolving it is responsible for supporting the European Union's policies in fields such as environment, health, energy, regional development, and promoting a better understanding of the role of science in modern societies.

One of the instruments used for the implementation of this policy is the multi-annual Framework Programme which helps to organise and financially support cooperation between universities, research centres and industries - including small and medium sized enterprises. The current

officiels favorisant la coopération, par exemple la *Déclaration commune Canada-UE sur le Nord* et le *Volet nordique de la politique étrangère du Canada*, mais c'est par les échanges directs entre experts des domaines de la science et de la politique que, bien souvent, se font tour les résultats les plus importants.

Ainsi, je vous encourage tous à partager vos opinions et à profiter de cette journee et demie pour découvrir ce que nous avons à nous offrir mutuellement. Les représentants de nos chaires de recherches nordiques et les autres membres de la délégation canadienne sont ici non seulement pour partager, mais aussi pour écouter.

J'ai hâte de savoir comment se sera déroulée la journée. Il me faudra attendre la réception prévue, et vous y assisterez, j'espère.

Anver Ghazi

Commission européenne, Direction générale de la recherche

L'Union européenne est au premier rang des efforts internationaux pour lutter contre le changement climatique et a joué un rôle clé dans l'élaboration de deux grands traités sur cette question, à savoir la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et son Protocole de Kyoto.

Le changement climatique, estime-t-on, est l'une des plus grandes menaces environnementales, sociales et économiques de la planète. Depuis un siècle, la température moyenne de la surface terrestre a augmenté d'environ 0,6 °C. On dispose de plus en plus de preuves qu'une bonne partie du réchauffement global survenu depuis les cinquante dernières années est attribuable aux activités humaines.

D'après les projections, les températures moyennes globales de la surface terrestre augmenteront encore de 1,4 à 5,8 °C d'ici la fin du présent siècle. Cette hausse de la température globale déclenchera probablement de graves conséquences pour l'humanité et les autres formes de vie, notamment une hausse du niveau des mers, que l'on estime de 9 cm à 88 cm d'ici la fin du siècle, et qui mettra en danger les zones côtières et les petites îles, ainsi qu'une fréquence et une gravité accrues des phénomènes météorologiques extrêmes.

La Direction générale de la recherche est l'une des 36 Directions générales (DG) et services spécialisés constituant la Commission européenne. Même si sa mission est en pleine évolution, elle a la tâche d'appuyer les politiques de l'Union européenne

Sixth Framework Programme covers the period 2002–06 and has a total budget of € 17.5 billion.

Within the 6th Framework Programme (2002–06) for research, technological development and demonstration (RTD), environmental research is mainly funded under the "Global Change and Ecosystems" (GCE) thematic sub-priority.

Along with the research areas defined under the "Global Change and Ecosystems" sub-priority, environmental research will be financed through specific activities designed to provide Scientific Support to Policies (SSP).

Most of the research activities funded in the framework of "Global Change and Ecosystems" are building on previous and still ongoing activities supported within the Environment and Sustainable Development (ESD) Programme as part of the 5th Framework Programme.

The Kyoto Protocol is only a first step to address the serious threat of climate change. Further action must be taken particularly after the end of the Kyoto Protocol's "first commitment period" in 2012. Symposiums like the Canada–EU will help the EU to prepare input in the further development of the global climate change regime "post 2012". The EC wishes to have closer interactions with Canada and climate change is an excellent area to focus the effort.

dans des domaines comme l'environnement, la santé, l'énergie et le développement régional, et de promouvoir une meilleure compréhension du rôle de la science dans les sociétés modernes.

L'un des instruments utilisés pour la mise en œuvre de cette politique est le Programme cadre pluriannuel, qui facilite l'organisation et le soutien financier de la collaboration entre les universités, les centres de recherche et les industries, y compris les petites et moyennes entreprises. Le Programme-cadre actuel, le sixième, porte sur 2002 à 2006, pour un budget total de 17,5 milliards €.

Au sein de ce sixième Programme-cadre (2002 à 2006) pour la recherche, le développement technologique et les démonstrations (RTD), la recherche environnementale est surtout financée dans le cadre de la sous-priorité thématique « Changement planétaire et écosystèmes ».

En sus des domaines de recherche définis dans la sous-priorité « Changement planétaire et écosystèmes », la recherche environnementale sera également financée par des activités particulières conçues pour fournir aux politiques un appui scientifique.

En grande partie, les activités de recherche financées dans le cadre de « Changement planétaire et écosystèmes » reposent sur des activités précédentes et en cours appuyées dans le programme sur l'environnement et le développement durable (EDD) qui faisait partie du cinquième Programme-cadre.

Le Protocole de Kyoto n'est qu'une première étape pour s'attaquer à la grave menace du changement climatique. Il faut prendre d'autres mesures, particulièrement après la première période d'engagement du Protocole de Kyoto en 2012. Des rencontres comme le Colloque Canada–UE aideront l'UE à réunir des données nécessaires pour favoriser l'élaboration du régime de changement climatique global « après 2012 ». La CE souhaite une interaction plus étroite avec le Canada et le changement climatique est un excellent domaine pour concentrer les efforts.

Session One:
Climate Change Research and Policy Implications for the Arctic Ocean Basin

Moderator: Anver Ghazi

Directorate General for Research, European Commission

The European Commission (EC) has been supporting climate research for over two decades through its Framework Programmes. The climate change component in the North is important, and several EC research projects have reported rapid changes there already.

Although we have unbiased evidence that the climate is changing, much research still needs to be done to understand how climate change is working. The EC sees climate change as a research priority but there is a need to develop some common understanding and consensus on the cause of change and its impacts.

In Europe there are several Networks of Excellence and Integrated Projects on climate change as well as many opportunities for collaboration with Canada. For example the Canadian Climate Program and the Global Climate Research of EC have similar objectives and policy dimensions. There are already examples of international cooperation with non-EU countries, for instance, through workshops on climate change organized with the US, Japan, Norway and Russia.

The EC also wishes to have closer interaction with Canada. We would like to see collaborations involving the best expertise from EU and Canada working in climate related areas from ocean circulation to ozone climate interactions.

Presenter: John England

University of Alberta, Canada

"The Climatic Implications of Changing Surface Circulation within the Arctic Ocean Basin: a Canadian Invitation for an Expanded Collaborative Project with Europe during IPY 2007–08"

Co-operative investigation of the Arctic Ocean Basin, which Canada and Europe share, is essential to understanding global climate change and its relationship to human activity. Better understanding of the climatic implications of changing surface circulation within the Arctic Ocean Basin is required, and is one area in which

Première séance:
La recherche sur le changement climatique et les répercussions politiques pour le bassin océanique de l'Arctique

Animateur: Anver Ghazi

Direction générale de la recherche, Commission européenne

La Commission européenne appuie la recherche sur le climat depuis plus de deux décennies par l'entremise de ses programmes-cadres. Le volet du changement climatique dans le Nord est important et plusieurs projets de recherche de la CE font déjà état de changements rapides dans cette région.

Même si nous disposons de preuves incontournables que le climat change, il faut encore beaucoup de recherche pour en comprendre le fonctionnement. La CE voit dans le changement climatique une priorité de recherche, mais il faut parvenir à une certaine compréhension commune et à un certain consensus sur la cause du changement et sur ses répercussions.

En Europe, il existe plusieurs réseaux d'excellence et projets intégrés sur le changement climatique, ainsi que de nombreuses possibilités de collaboration avec le Canada. À titre d'exemple, le Programme climatologique canadien et celui de la Recherche sur le climat planétaire de la CE se ressemblent par les objectifs et les dimensions politiques. Il existe déjà des exemples de coopération internationale avec des pays hors de l'UE, par exemple au moyen d'ateliers sur le changement climatique organisés avec les É.-U., le Japon, la Norvège et la Russie.

La CE souhaite également une interaction plus étroite avec le Canada. Nous souhaiterions voir naître des collaborations réunissant les compétences les meilleures de l'UE et du Canada couvrant des domaines liés au climat, de la circulation des océans aux interactions ozone-climat.

Presentateur: John England

Université de l'Alberta, Canada

« Les conséquences climatiques des changements de la circulation de surface dans le bassin océanique de l'Arctique: invitation du Canada à un projet de collaboration élargie avec l'Europe dans l'API 2007–2008 »

Les enquêtes en coopération dans le bassin océanique de l'Arctique que le Canada et l'Europe ont en partage sont essentielles pour comprendre le changement climatique planétaire et ses rapports avec l'activité humaine. Il nous faut une meilleure compréhension des répercussions climatiques des changements de la circulation superficielle dans le bassin océanique arctique et

collaboration between Canada and Europe could be highly productive.

Present climate records, which date only from 1950, are inadequate; robust climate records spanning millennia are needed. These can be obtained by studying age and distribution of organic material, and by studying ice cores.

Determining distribution and age of marine molluscs, driftwood and sea mammal bones in ancient postglacial shorelines can reveal changes in ocean temperature, salinity, circulation, and sea ice conditions etc., and can thus enable reconstruction of 10,000 years of Arctic Ocean Basin history.

The southern edge of the sea ice in any given year directly controls the northern range of many species (bowhead, beluga, walrus). Reduced ice area enabled whales to enter areas of the Arctic Ocean Basin now inaccessible to them. The distribution of their bones record these range extensions. Conversely, during intervals of severe summer sea ice, the same species were precluded from Arctic coastlines, again dependent upon the areal expansion of the sea ice margin.

A basic question needing attention concerns whether analogues from the past exist that match recent predictions of a seasonally ice free Arctic Ocean by the end of this century. So far, the distribution of whale skeletons collected on raised beaches throughout the Arctic does not show any such previous interval, at least for the last 10,000 years. Indeed, large areas have never provided a summer habitat for whales, presumably due to severe environmental constraints. Confirming this evidence, and refining the record with more widespread collections from around the Arctic Ocean, would address a topic of immediate human interest, especially for indigenous societies that depend on an ecosystem where sea ice is fundamental to human well-being and cultural integrity.

Along many Arctic coastlines of Canada, Greenland, northern Europe and Russia whale bones have been found and radiocarbon dated, although current sampling of this record remains underused and large stretches of coast remain uninvestigated.

The age and distribution of organic material can also provide clues to past surface circulation. Studies of the

c'est l'un des domaines où une collaboration canado-européenne pourrait être hautement fructueuse.

Actuellement, les dossiers climatologiques, qui ne remontent qu'à 1950, sont inadéquats : nous avons besoin de dossiers climatologiques solides s'étendant sur des millénaires. On peut les obtenir en étudiant l'âge et la répartition des matières organiques et les carottes de glace.

Établir la répartition et l'âge des mollusques marins, du bois flottant et des os de mammifères marins dans les anciennes côtes post glaciaires peut permettre de découvrir des changements dans la température océanique, la salinité, les mouvements et les conditions des glaces de mer, etc., et nous permettre ainsi de reconstituer 10000 ans de l'histoire du bassin océanique arctique.

La frange sud des glaces de mer, quelle que soit l'année, contrôle directement la frange nordique de nombreuses espèces (baleine boréale, béluga, morse). La couverture en glaces étant réduite, les baleines pouvaient pénétrer dans des zones du bassin océanique arctique qui leur sont désormais inaccessibles. La répartition de leurs os est un témoignage de cette expansion d'aire. De la même façon, au cours des intervalles où les glaces de mer étaient très étendues pendant l'été, la même espèce pouvait aborder les côtes arctiques, dépendant encore de l'expansion aérienne de la frange des glaces de mer.

L'un des points de base auxquels s'attacher touche la question de savoir s'il existe dans le passé des analogues correspondant aux prévisions récentes selon lesquelles l'océan Arctique sera libre de glaces selon les saisons à la fin du présent siècle. Jusqu'à maintenant, la répartition des squelettes de baleines retrouvés sur les plages soulevées un peu partout dans l'Arctique ne prouve pas l'existence d'un intervalle antérieur de ce genre, du moins depuis 10000 ans. En fait, de vastes régions n'ont jamais été un habitat estival pour les baleines, probablement en raison de rudes contraintes environnementales. Confirmer cette preuve et étoffer les dossiers par des collectes plus répandues autour de l'océan Arctique satisferaient à un aspect d'intérêt « humain » immédiat, particulièrement pour les sociétés autochtones qui dépendent d'un écosystème où les glaces de mer sont essentielles au bien-être et à l'intégrité culturelle des humains.

Le long de nombreuses côtes de l'Arctique, au Canada, au Groenland, dans le nord de l'Europe et de la Russie, on a trouvé des os de baleines que l'on a pu dater au carbone 14, mais l'échan-

Transpolar Drift (TPD), a major surface current crossing the Arctic Ocean from Russia to the North Atlantic identified by Nansen in the 1890s, have revealed that the drift wood arriving on the shores of the Canadian Arctic Archipelago is out of phase with the arrival / abundance of whale skeletons. Since whales avoid sea ice, the driftwood and whalebone records are necessarily out of phase. Also, the driftwood record (abundance / absence) in Arctic Canada is often negatively correlated with its abundance or absence in the European Arctic during the same intervals. Furthermore, atmospheric modeling experiments now show that sea ice and ocean currents (hence driftwood delivery) across the Arctic Ocean Basin are tied directly to atmospheric circulation.

Changes in these atmospheric patterns are relevant to weather patterns affecting North America and Europe. Reconstructing past changes in the TPD thus provides an important methodology to document the frequency and duration of hemispheric changes in recognized features of our atmospheric circulation that affect human society.

This work would clearly require strong international cooperation between the states bordering the Arctic Ocean. Collectively, the oceanographic records available on the exposed coastlines of the Canadian, European and Russian Arctic provide enormous potential for a collaborative international project which would address the nature of environmental variability around the Arctic Ocean Basin. An improved understanding of past environmental change around the Arctic Ocean Basin is long overdue and promises to offer fundamental insights into a key area of the global energy balance. An ice-free Arctic Ocean will affect not only the Arctic but also areas well beyond throughout the very populated Northern Hemisphere. We have an obligation to address global climate change and the approach of the International Polar Year 2007–08 provides an opportunity to act together to investigate a key region that has received scant attention since Nansen's seminal voyage over a century ago.

In conclusion, the Arctic Council is doing much work in the North and there are many opportunities for study and collaboration in such areas as land, ocean, ice, and atmosphere. Canada has relevant programs in place, and the

tillonnage actuel de ces elements demeure sous utilise et de grandes regions cotieres demeurent ignorees par les chercheurs.

L'age et la distribution des matieres organiques peuvent egalement fournir des indices sur la circulation de surface aux epoques anterieures. Les etudes de la derive transpolaire, grand courant de surface traversant l'ocean Arctique de la Russie a l'Atlantique Nord et identifie par Nansen dans les annees 1890, ont permis de constater que le bois flottant arrivant sur les cotes de l'Archipel arctique canadien est dephase par rapport a l'arrivee ou a l'abondance des squelettes de baleines. Puisque les baleines evitent les glaces de mer, les donnees sur le bois flotte et les ossements de baleines sont necessairement dephases. De plus, le registre concernant le bois flotte (abondance ou absence) dans l'Arctique canadien est souvent correle negativement avec son abondance ou son absence dans l'Arctique europeen dans les memes intervalles. Qui plus est, les experiences de modelisation atmospherique revelent maintenant que les glaces de mer et les courants oceaniques (et partant, l'arrivee de bois flottant) dans le bassin oceanique arctique sont directement lies a la circulation atmospherique.

Les changements dans les constantes atmospheriques sont lies aux constantes meteorologiques qui touchent l'Amerique du Nord et l'Europe. En reconstruisant les changements intervenus par le passe dans la derive transpolaire, on dispose donc d'une methode importante pour decouvrir et consigner la frequence et la duree des changements hemispheriques des caracteristiques connues de notre circulation atmospherique qui ont des repercussions sur la societe humaine.

Ce travail pourrait manifestement exiger une forte collaboration internationale entre les etats bordant l'ocean Arctique. Collectivement, les dossiers oceanographiques dont on dispose sur les cotes exposees de l'Arctique canadien, europeen et russe offrent un enorme potentiel pour un projet cooperatif international qui porterait sur la nature de la variabilite de l'environnement autour du bassin oceanique de l'Arctique. Nous attendons depuis longtemps une meilleure connaissance des changements environnementaux passes autour du bassin oceanique de l'Arctique et cela pourrait nous offrir des eclairages essentiels sur un domaine cle de l'equilibre energetique mondial. Libre de glaces, l'ocean Arctique aura des repercussions non seulement dans la region arctique, mais egalement dans des zones bien au dela et tres peuplees de l'hemisphere Nord. Nous avons l'obligation de

logistics and resources are available. We now need people to collaborate with us.

Presenter: Jean-Claude Gascard

Laboratoire d'oceanographie dynamique et de climatologie, Universite Pierre-et-Marie-Curie, France

"Ocean Circulation in the Arctic"

This research project attempts to understand the drastic changes that have occurred in the Arctic recently over a short time period: the last 10 to 20 years.

Sea ice cover in the Arctic Ocean has generally been considered fairly stable. Even today, students are taught that the Arctic Ocean has a stable sea ice cover approximately 3m thick. However, large-scale surveys accomplished during the 90s by US submarines equipped with upward looking sonars indicate that the mean thickness of sea ice has decreased by as much as 40% over a large area of the Arctic Ocean basin.

Over the last 10 or 20 years there has been noticeable variability in sea ice conditions in the Arctic Ocean basin that have been linked to concurrent changes in the ocean and atmosphere. For example an amplification due to synchronicity of the so-called decadal Arctic Oscillation and the interdecadal low frequency North Atlantic Oscillation, characterised by a decrease in sea level pressure, an increase in air surface temperature, and changes in the winds regime from anticyclonic to cyclonic, are believed to be the cause of the reduction in the ice cover and ice thickness in the Arctic Ocean Basin.

There are many ways to detect changes in sea ice conditions. Much information can be obtained by remote sensing from polar orbiting satellites. Passive radiometers provide information about hemispheric sea ice coverage (ice edge extent), ice types and concentrations. Radar scatterometers provide unique synoptic information about sea ice motion and sea-ice types, ages, and concentrations. High resolution imaging radiometers are unfortunately limited to clear sky conditions. Vertical profiles can provide useful information about humidity content and atmospheric inversion layers. There is however a well recognised need for ground truth validation and calibration of

relever le defi du changement climatique planetaire et l'approche de l'Annee polaire internationale 2007–2008 offre l'occasion d'agir de concert pour etudier une region qui n'a recu que peu d'attention depuis le voyage historique de Nansen il y a plus d'un siecle.

En terminant, le Conseil de l'Arctique fait beaucoup dans le Nord et il existe de nombreuses possibilites d'etudes et de collaboration dans des domaines comme les terres, l'ocean, les glaces et l'atmosphere. Le Canada dispose de programmes permanents, ainsi que de la logistique et des ressources. Nous avons desormais besoin de gens qui collaboreront avec nous.

Presentateur: Jean-Claude Gascard

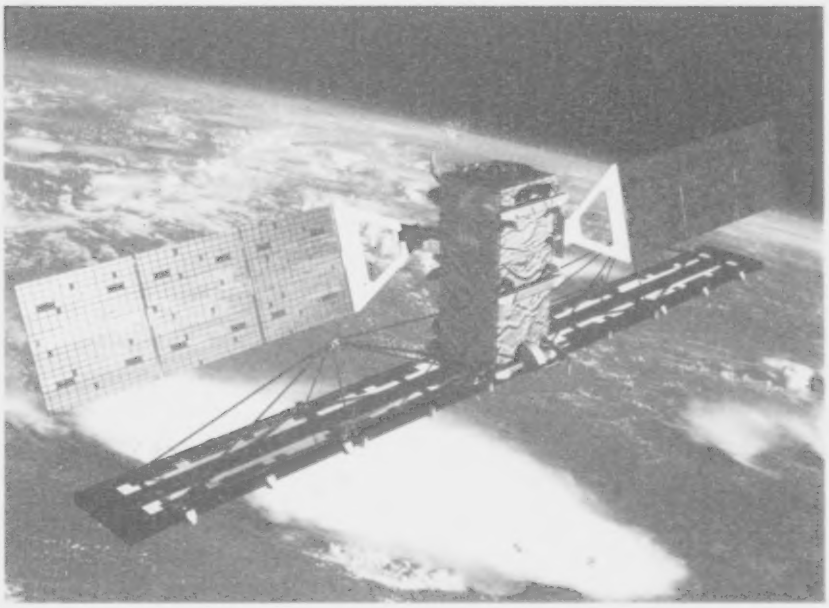
Laboratoire d'oceanographie dynamique et de climatologie, Universite Pierre-et-Marie-Curie, France

«La circulation oceanique dans l'Arctique»

Le projet de recherche a pour objet de comprendre les changements profonds intervenus recemment dans l'Arctique sur une breve periode, soit les derniers 10 a 20 ans.

On pensait generalement que la couverture de glaces de mer dans l'ocean Arctique etait assez stable. Meme aujourd'hui on enseigne aux etudiants que l'ocean Arctique possede une couverture de glaces de mer stable d'environ 3 m d'epaisseur. Toutefois, les releves a grande echelle menes au cours des annees 1990 par les sous-marins americains equipes de sonars remontants indiquent que l'epaisseur moyenne des glaces de mer a diminue de 40 p. 100 environ sur une grande partie du bassin de l'ocean Arctique.

Au cours des 10 a 20 dernieres annees, on a constate une variabilite notable de l'etat des glaces de mer dans le bassin de l'ocean Arctique, et elle est liee au changement concomitant dans l'ocean et l'atmosphere. A titre d'exemple, une amplification due a la synchronicite de ce qu'on appelle l'oscillation arctique decennale et de l'oscillation inter-decennale basse frequence de l'oscillation de l'Atlantique Nord, marquee par une diminution de la pression au niveau de la mer, une augmentation de la temperature de l'air de surface et des changements dans les regimes eoliens d'anticycloniques a cycloniques serait, croit-on, la cause de la diminution de la couverture de glaces et de l'epaisseur des glaces dans le bassin de l'ocean Arctique.



Today, numerical models are able to provide good insights concerning what we should measure at any given time and location. But this is quite demanding and challenging. One of the main difficulties is coping with the harsh and remote Arctic environment, in particular during the winter polar night, and also maintaining a complex experimental design system over long periods.

The Arctic Ocean comprises a complex set of processes interacting over a broad range of scales, subject to sharp thresholds and strong feedback (positive and negative) both occurring in a short time and restricted space. There is a need to monitor these phenomena and to increase our understanding of the change in sea ice cover in the Arctic Ocean basin. We are now at a critical juncture: we need to reexamine how we have studied these phenomena until now, and to consider new methods in order to make significant progress. These have to draw upon the observing and modelling knowledge developed over the past 20 years, and also must consider breakthrough innovations. This represents a challenging and urgent question for the scientific community and also for society, since the predicted changes in the Arctic sea ice cover will have a huge impact on the northern hemisphere and global climates.

Panelist: Petteri Taalas

Finnish Meteorological Institute

We are faced with a century of change, and must deal with important questions having long term implications. There are clear signs that climate change may have serious environmental impacts. For example, increases in the concentration of greenhouse gases such as carbon dioxide, methane, nitrous oxide and halocarbons global warming have raised global air temperature by 0.6°C to date. We have also seen the rise of sea level of 10 to 20cm and a decrease in the extent of sea ice cover.

Why is the Arctic so important in our discussions today? Because we expect the greatest amount of warming on Earth to take place in the North as a result of changes in the snow and ice cover and subsequent changes in the radiation balance. We expect to see a 10°C warming in the

moyenne des glaces de mer, de la fin des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990, diminution allant jusqu'à 10 cm à 15 cm par an dans la dérive transpolaire, mais aucune donnée fiable ne nous permet d'extrapoler cette diminution dans l'avenir. Cela fait contraste aux cinq modèles sélectionnés dans l'Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique (ACIA) qui tous prévoient une quasi disparition des glaces pérennes arctiques dans les 30 à 50 prochaines années. Par ailleurs, le niveau de confiance de ce type de prévision est assez faible.

De nos jours, les modèles numériques sont si perfectionnés qu'ils peuvent fournir un bon éclairage sur ce que nous devons mesurer à tel ou tel moment, à tel endroit, et avec tel degré de précision. Par contre, cela est exigeant et difficile. L'une des grandes difficultés est de s'adapter à la dureté et à l'éloignement de l'environnement arctique, notamment au cours de la nuit polaire hivernale, de même que d'entretenir un système technique expérimental complexe sur de longues périodes.

On trouve dans l'océan Arctique un ensemble complexe de processus qui interagissent sur de vastes échelles, sont sujet à des seuils prononcés et à de fortes rétroactions (positives et négatives) intervenant sur une courte période et dans un espace restreint. Il faut exercer une surveillance de ces phénomènes et augmenter nos connaissances sur le changement de la couverture de glaces de mer dans le bassin de l'océan Arctique. Nous en sommes maintenant à un point critique : nous devons re-examiner la façon dont nous avons étudié ces phénomènes jusqu'à présent et envisager de nouvelles méthodes afin d'accomplir des progrès importants. Ces nouvelles méthodes doivent tirer parti des connaissances acquises ces 20 dernières années en matière d'observation et de modélisation, tout en tenant compte des innovations et découvertes. C'est une question urgente et délicate pour la collectivité scientifique, autant que pour la société, car les changements prévus dans la couverture de glaces de mer de l'Arctique auront des répercussions énormes sur les climats de l'hémisphère nord et de la planète.

Paneliste: Petteri Taalas

Institut météorologique de Finlande

Nous avons devant nous un cycle de changements et devons répondre à des questions importantes, qui ont des répercussions

Panelist: Jed Kaplan

Joint Research Centre, European Commission

<footer>*Session One Première séance* 11</footer>

gas emissions that essentially has a warming effect year round.

The increased greenhouse gas concentrations can be measured in the sea ice, although there is great variability throughout the period of record. This may have considerable consequences for the terrestrial environment as well as the people and animals that live in the Arctic.

The study also demonstrated that polar ice patterns play a key role in the local climate and vegetation distribution. When a thick ice pack is driven up on to the shore by winds and ocean currents the vegetation has a correspondingly shorter growing season, the air temperature is colder and there are more fog clouds. This has a direct impact on the amount of food available for the animals in this region.

Another consequence of warmer year round conditions is increased permafrost thaw and the subsequent release of methane. We are not entirely sure how long permafrost soils may act as a source of methane to the atmosphere; it is possible that methane emissions would be exceeded by carbon dioxide release from the aerobic decomposition of peats. Either way we are looking at potentially strong positive feedbacks where increased greenhouse gas concentrations lead to warming and further release of greenhouse gases to the atmosphere.

It is important that we gain a greater understanding of how climate change may affect the terrestrial system and greenhouse gas concentrations. Only by increasing our research efforts and sharing the results will we come to understand how the atmosphere, the ocean, the land and vegetative cover combine to influence climate change.

Discussion Summary

The discussion revolved around the need to improve and expand our knowledge of the Arctic Basin Oscillations (ABO) and climatic conditions, and what role policy development has in dealing with the societal impacts climate change may have in the Arctic.

The issue with regard to the ABO is how to improve our knowledge of the different modes of oscillation in the atmosphere. All the oscillations are tight and there is not much difference between the ABO and the North Atlantic

Panéliste: Jed Kaplan

Centre Commun de Recherche, Commission Européenne

Les deux exposés de cette séance ont fait ressortir le rôle de premier plan de l'océan Arctique dans le changement climatique, ainsi que les répercussions que cela peut avoir sur le climat côtier et même continental. Il y a quelques années, j'ai participé à une étude portant sur le changement climatique circumpolaire et ses effets sur la végétation de la toundra. L'étude a commencé par la dernière période glaciaire et tenait compte de l'évolution du climat depuis 20000 ans et de ses changements possibles au cours des deux prochains siècles.

L'une des observations intéressantes était qu'il y a environ 6000 à 10000 ans, l'Arctique était une région beaucoup plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui. L'une des raisons de cela est que l'Arctique recevait beaucoup plus de rayonnement solaire pendant l'été et moins pendant l'hiver comparativement à la quantité de rayonnement solaire que l'Arctique reçoit aujourd'hui. Toutefois, l'effet sur le climat est aujourd'hui différent, non seulement s'agit-il d'un changement dans les tendances du rayonnement solaire, mais également d'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre qui, essentiellement, ont un effet de réchauffement toute l'année.

L'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre peut se mesurer dans les glaces de mer, malgré une très grande variabilité tout au long de la période étudiée. Cela pourrait avoir des conséquences de taille pour l'environnement terrestre, de même que pour les personnes et les animaux qui vivent dans l'Arctique.

L'étude a également fait ressortir que les profils des glaces polaires jouent un rôle clé dans le climat local et la répartition de la végétation. Lorsqu'une banquise épaisse est poussée sur la grève par les vents et les courants océaniques, la saison de croissance de la végétation est d'autant plus courte, la température de l'air est moins élevée et la couverture de nuages est plus dense. Cela a un effet direct sur la quantité de nourriture dont disposent les animaux de la région.

Une autre conséquence des températures annuelles plus chaudes est un dégel accru du pergélisol et, par voie de conséquence, une augmentation des émissions de méthane. Nous ne savons pas avec certitude combien de temps les sols gelés en permanence peuvent être une source de méthane

Oscillation. We need a clear picture of the fundamental frequency and what causes the different oscillations. One possible solution is a long-term time series and an improved ability to observe different parameters such as the ice, sea level pressure, and sea level rise on a large scale.

Another method to study past climatic changes is by examining lake sediments. These are very high-resolution records of past oscillation that will add detail to the historical record of climatic conditions. The general consensus here is that there are many different approaches that can be applied to fully understand past climatic events.

There is also a great deal of material such as driftwood scattered throughout the circumpolar Arctic that has not been collected and analysed simply because the material lies in areas that are hard to reach. Perhaps a joint project would be appropriate for the eight circumpolar nations to collect and analyze this material. This would add considerable information to the climatic records and allow for more advanced modeling. By following through on such a proposal the research community will gain a more detailed long-term time series to work with and a better understanding of the Arctic Ocean Basin system and potential changes it may undergo in the future.

The other point brought forward for discussion was the societal impacts of climate change and policy implications. Science is concerned with eliminating uncertainty and policy is concerned with making decisions, often under extreme uncertainty. These are two completely different paradigms that make it difficult to set up assessments in a way that will produce policy.

To develop an effective policy we need to know the potential impacts of climate change on society. We know less about potential social consequences than we do about potential environmental consequences, but clearly the impact on society will be as strong as on the ecosystem.

In this instance the main consideration is the consequences of the shrinking sea ice cover on society. There are many aspects to consider. If the ice continues to disappear at the present rate it will have tremendous effect on the equilibrium of the Arctic region and will affect marine resource harvesting. If the sea ice disappears as some

atmosphérique, mais il est possible que les émissions de méthane soient rapidement surpassées par la décomposition aérobie des mousses, qui rejettent dans l'atmosphère de l'anhydride carbonique. Quoi qu'il en soit, nous sommes devant des rétroactions positives potentiellement fortes ou les concentrations accrues de gaz à effet de serre entraînent un réchauffement et une augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Il est important que nous acquerions une meilleure connaissance de la façon dont le changement climatique peut influer sur le système terrestre et les concentrations de gaz à effet de serre. Ce n'est qu'en intensifiant nos efforts de recherche et en partageant les résultats que nous parviendrons à comprendre comment l'atmosphère, l'océan, les terres et la couverture végétale se conjuguent pour influencer le changement climatique.

Résumé des discussions

La discussion a porté sur la nécessité d'améliorer et d'élargir nos connaissances des oscillations du bassin arctique (OBA) et des conditions climatiques et du rôle de l'élaboration des politiques dans la solution aux répercussions sociétales éventuelles du changement climatique dans l'Arctique.

L'enjeu, en ce qui a trait à l'OBA, est de savoir comment augmenter nos connaissances des divers modes d'oscillation dans l'atmosphère. Toutes les oscillations sont presque immobilisées et il n'y a pas beaucoup de différence entre l'OBA et l'oscillation de l'Atlantique Nord. Il nous faut une idée claire de la fréquence essentielle des diverses oscillations et de ce qui les cause. Une des solutions possibles est une longue série chronologique et une meilleure capacité d'observer les divers paramètres, par exemple les glaces, les pressions au niveau de la mer et le relèvement du niveau de la mer sur une grande échelle.

Une autre méthode pour étudier les changements climatiques du passé est d'examiner les sédiments lacustres. Il s'agit d'« enregistrements » de très haute définition des oscillations passées qui contiendront plus de détails aux relevés historiques des conditions climatiques. Le consensus général sur ce point est qu'il existe nombre d'approches différentes utilisables pour vraiment comprendre les événements climatiques du passé.

De plus, il reste beaucoup à recueillir et à analyser, par exemple le bois flotté éparpillé partout dans l'Arctique.

climate models predict, the Arctic region will open to commercial sea transportation, easing access for oil and gas exploration and development. Decreasing ocean ice cover will have tremendous cultural impact. The policies developed and implemented as a result of the research findings will be designed to help mitigate some of the more serious consequences.

There is also a need to look at the financial implications of different scenarios, given the importance of cost in making policy decisions.

circumpolaire parce qu'il se trouve tout simplement dans des zones isolées difficiles à atteindre. Peut-être conviendrait-il de mener un projet commun des six pays circumpolaires afin de recueillir et d'analyser ces éléments. Cela ajouterait un poids considérable aux archives climatologiques et permettrait une modélisation plus poussée. En donnant suite à une proposition de ce genre, les milieux de la recherche obtiendraient une série chronologique prolongée plus détaillée pour leur travail et une meilleure connaissance du système du bassin océanique de l'Arctique et des changements qu'il pourrait subir à l'avenir.

L'autre point alimentant le débat était celui des répercussions sociétales du changement climatique et ses conséquences en matière de politique. La science s'occupe d'éliminer l'incertitude et la politique, de prendre des décisions, souvent avec une extrême incertitude. Voilà deux paradigmes totalement différents qui rendent difficile de paramétrer les évaluations de manière à aboutir à une politique.

Pour élaborer une politique efficace, il faut savoir quels sont les effets éventuels du changement climatique sur la société. Nous en savons moins sur les conséquences sociales possibles que sur les répercussions environnementales éventuelles, mais il est évident que l'effet sera aussi fort sur la société que sur l'écosystème.

En l'occurrence, le principal point à considérer est celui des conséquences, sur la société, du rétrécissement de la couverture de glaces de mer. Nombre d'aspects sont à considérer. Si la glace continue à disparaître au rythme actuel, cela aura des effets énormes sur l'équilibre de la région arctique et affectera la récolte des ressources marines. Si les glaces de mer disparaissent, comme le prévoient certains modèles climatologiques, la région de l'Arctique sera ouverte au transport maritime commercial, facilitant l'accès à l'exploration et à l'exploitation du pétrole et du gaz. La diminution de couverture de glaces océaniques aura un énorme effet culturel. Les politiques élaborées et appliquées par suite des constatations de la recherche seront conçues pour atténuer en partie certaines des conséquences les plus graves.

Il faut également se soucier des répercussions financières des divers scénarios, compte tenu de l'importance des coûts afférents aux décisions politiques.

Second Session: The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems

Moderator: Terry Callaghan

Abisko Scientific Research Station, Sweden

This session will switch focus from the sea to the land. About 10,000 years ago in Arctic Europe and perhaps even more recently in Canada, the land masses were mostly covered by ice and snow. In Europe and other parts in the east, there were vast expanses of landscape, vegetation and animals that do not exist today. A major climate warming produced the present landscape. Of the twelve giant herbivores that existed before climate warming, only two are left in the Arctic now; of the six wild carnivores, two remain. Perhaps this session should start by considering the poor state of biodiversity at present, and whether we will be able to withstand another major climate warming event.

Presenter: Serge Payette

Université Laval, Canada

"The Effect of Climate Change on Northern Ecosystems"

This session will examine the impact of climate change on northern ecosystems. In particular it will look at the stability of subarctic forests, treeline movement, wetland dynamics and permafrost monitoring.

There is little doubt that our climate has changed over the last 50 years or so; however, this change has not been uniform. North eastern Canada, Quebec, the Atlantic Provinces and Greenland have been cooling, while the prairies and western regions have been warming. Since 1993 the mean air temperatures in most regions of Canada have risen steeply, to approximately 2° C above the 20th century mean. Changes have occurred in the northern ecosystems as a result.

For example, the growth and forms of trees thriving during the 19th century was completely different from what we see today. A typical tree of a 19th century forest was characterized by awkward development of the stems above the snow pack, and reached a maximum height of about 3m. Twentieth century stem growth is twice that of similar trees alive during the little ice age, especially during the 1940s and 1950s when stem height above the ground increased markedly in many areas. During the last decade

Deuxième séance: L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques

Animateur: Terry Callaghan

Station de recherche scientifique Abisko, Suède

Dans cette séance, il est question non plus de la mer, mais des terres. Il y a environ 10000 ans, dans l'Arctique européen, et peut-être plus récemment au Canada, les masses continentales étaient surtout couvertes de neige et de glace. En Europe et dans d'autres parties de l'Est, il y avait de vastes étendues dont les paysages, la végétation et les animaux n'existent plus aujourd'hui. Il y a eu un réchauffement climatique majeur dont est né le paysage actuel. Des douze herbivores géants qui existaient avant le réchauffement climatique, il n'en reste maintenant que deux dans l'Arctique; des six carnivores sauvages, deux existent encore. Peut-être faudrait-il amorcer cette séance en songeant à la pauvreté de la diversité biologique actuelle et en nous demandant si nous pourrons soutenir un autre grand réchauffement climatique.

Présentateur: Serge Payette

Université Laval, Canada

« L'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques »

Nous examinerons l'effet du changement climatique sur les écosystèmes nordiques. Nous traiterons plus particulièrement de la stabilité des forêts subarctiques, du déplacement de la limite des arbres, de la dynamique des terres humides et de la surveillance du pergélisol.

Qui peut douter que notre climat a changé depuis 50 ans environ? Par contre, ce changement n'a pas été uniforme. Dans le Nord-Est du Canada, le Québec, les provinces de l'Atlantique et le Groenland, il y a eu refroidissement, tandis que les Prairies et les régions de l'Ouest se sont réchauffées. Depuis 1993, les températures atmosphériques moyennes dans la plupart des régions du Canada ont augmenté considérablement, d'environ 2° C au-dessus de la moyenne du XX^{e} siècle. Il en a résulté des changements dans les écosystèmes nordiques.

À titre d'exemple, la croissance et les formes d'arbres qui prospéraient au XIX^{e} siècle étaient totalement différentes de ce que nous voyons aujourd'hui. Dans une forêt du XIX^{e} siècle, l'arbre type se caractérisait par un développement peu harmonieux des tiges au-dessus de l'enneigement et il atteignait une hauteur maximale d'environ 3 m. Au XX^{e} siècle, la croissance est

there has been evidence of increased growth as well as an increased root system, not just at the southern edge of the forest tundra but also along the northern treeline.

Interestingly, trees more than 3.2m above the ground have slow stem growth during the first stages of life, taking 50–80 years to reach 2m; but after the 40s and the 50s stem height above the ground increases sharply. The same pattern is appearing in shorter trees just above the tree line. Spruce approximately 2.5m in height exhibit slow growth characteristics during the first stage of life but by the 40s and 50s the tree height increases dramatically.

Another sign of climate change is the treeline: it is slowly starting to move. In parts of northern Quebec and Labrador, there are some localized areas where the treeline is retreating, however many other areas show signs of advancement northwards and up to higher elevations. There is a very clear expansion of the treeline along slopes with seedlings and saplings growing rapidly upslope. This is a good indication of change in climatic conditions.

Along with changing climatic conditions, favorable growing conditions and the expansion of the treeline, there has been an intrusion of insects and parasites into previously unaffected regions. For example, Alaska has had a recent outbreak of bark beetle, which needs three years to complete its life cycle. This insect has devastated the white spruce forests in some areas: about half the white spruce around Anchorage, for example, have lost all their leaves.

Wetlands are also an important ecosystem undergoing transformation as a result of climate change. In many wetland areas the water table is rising causing an increase in the pond surface of the surrounding area. Some of these ponds actually transform into lakes. This process is a major contributing factor to the degradation of wetlands, peatlands, and permafrost, and it is the current situation in the northernmost part of the boreal forest in eastern Canada. Many of the surface features associated with permafrost (*i.e.*, patterned ground) have been destroyed because open water is staying on the surface permanently. With the melting of the permafrost comes an increase in methane release into the atmosphere, which has a direct impact on the carbon cycle. Based on these observations, air photos of the Hudson Bay coast from 1957 onwards were used to

le double de ce que connaissaient les arbres analogues vivant au cours de la petite époque glaciaire, particulièrement dans les années 1930 et 1950, où la hauteur des tiges au dessus du sol a augmenté de façon marquée dans nombre de régions. Au cours de la dernière décennie, nous avons constaté une croissance accrue et un renforcissement du système radiculaire, non seulement à la limite sudale la toundra, mais également sur la limite septentrionale des arbres.

Fait intéressant, les arbres poussant à plus de 3,2 m au-dessus du sol connaissent une décroissance lente des tiges pendant les premiers stades de leur existence, nécessitant de 50 à 80 ans pour atteindre 2 m; par contre, après les années 40 et 50, la hauteur des tiges au dessus du sol augmente de façon marquée. Le même profil est observable pour les arbres de plus petite taille situés juste au dessus de la limite des arbres. L'épinette d'environ 2,5 m de hauteur manifeste des caractéristiques de croissance lente pendant le premier stade de sa vie mais, dans les années 1940 et 1950, on observe une augmentation marquée de la hauteur des arbres.

Il existe un autre signe du changement climatique, savoir la limite des arbres, qui commence à se déplacer lentement. Dans certaines parties du nord du Québec et au Labrador, il y a certaines zones restreintes où la ligne des arbres recule mais, dans nombre d'autres régions, on observe sa progression vers le nord et sur des hauteurs plus élevées. Il y a une expansion évidente de la limite des arbres le long des pentes et les semis et arbrisseaux croissent rapidement dans les parties supérieures des pentes. C'est un indice fiable de changement dans les conditions climatiques.

En plus du changement des conditions climatiques, des conditions de croissance favorables et de l'expansion de la limite des arbres, il y a eu intrusion d'insectes et de parasites dans des régions antérieurement non affectées. À titre d'exemple, l'Alaska a connu récemment une invasion de scolytes dont le cycle de vie est de trois ans. Cet insecte a dévasté les peuplements d'épinette blanche de certaines régions; environ la moitié de l'épinette blanche des environs d'Anchorage est complètement effeuillée.

Les terres humides sont également un écosystème important qui subit des transformations par suite du changement climatique. Dans nombre de zones de terres humides, la nappe phréatique monte, causant une augmentation de la surface des étangs de la région avoisinante. Certains de ces étangs, en fait, deviennent des lacs. Ce processus est un des grands facteurs

evaluate the extent of permafrost degradation and ponding. Here too measurements at ten year intervals showed a drastic decrease in the extent of the permafrost.

Presenter: Pal Prestrud

Centre for International Climate and Environmental Research, Norway

"The Effects of Global Warming in the Arctic"

Global warming and its effects in the Arctic is an extensive and complicated issue. Generally speaking, the Arctic is currently warming up at twice the global average. This warming effect will result in some species shifting their ranges northward and there will likely be an increase in biomass. Many of the endemic species will be at risk. Relocation is more likely to occur than adaptation given the time frame in which the climate changes are occurring and some species will simply have no place to go. Over the last 30 years, the average species range shift has been 6.1 km per decade. That is the general picture; of course there are exceptions and the reality is much more complex. Arctic tree ecosystem processes are also projected to change and the treeline may move northwards in many areas. These changes in vegetation and species distribution may threaten indigenous cultures which are an integral part of this natural system as in many cases they depend on the Arctic ecosystems for food and cultural practices.

One of the main questions arising from arctic ecosystem research concerns whether the Arctic is a carbon sink or a carbon source. Over the past 10,000 years, carbon has been accumulating in the Arctic. Organic matter has generally been assimilated into biomass or accumulated in the soil, turning into peat. However, as the Arctic warms, carbon release will likely occur as permafrost melts and organic matter decomposition increases. This may act as a positive feedback to the greenhouses gases added to the atmosphere by anthropogenic activities. On the other hand vegetation growth will likely increase, sequestering carbon from the atmosphere, and therefore acting as a negative feedback to the system. Although a lot of studies have been conducted, it is still not clear whether the Arctic will ultimately become a source or sink for greenhouse gases.

contribuant à la dégradation des terres humides, des tourbières et du pergélisol et cette situation, nous l'observons dans la partie la plus septentrionale de la forêt boréale de l'Est du Canada. Nombre des caractéristiques de surfaces associées au pergélisol (c.-à-d. sol structuré) ont été détruites parce que les eaux libres demeurent en permanence à la surface. Avec la fonte du pergélisol vient une augmentation des rejets de méthane dans l'atmosphère, ce qui a des conséquences directes sur le cycle du carbone. Sur la base de ces observations, on a utilisé les photos aériennes de la côte de la baie d'Hudson à partir de 1957 pour évaluer l'ampleur de la dégradation du pergélisol et de la formation d'étangs. Sur ce plan également, les relevés décennaux ont permis de constater un recul marqué de l'étendue du pergélisol.

Presentateur: Pal Prestrud

Centre pour la recherche sur le climat et l'environnement, Norvège

« Les effets du réchauffement planétaire dans l'Arctique »

Le réchauffement planétaire et ses effets dans l'Arctique sont un problème vaste et complexe. Sur le plan général, l'Arctique se réchauffe actuellement deux fois plus vite que la moyenne planétaire. Cet effet de réchauffement fera que l'aire de distribution de certaines espèces se déplacera vers le Nord et qu'il y aura probablement une augmentation de la biomasse. Nombre des espèces endémiques seront menacées. Il est plus probable qu'il y aura déplacement plutôt qu'adaptation, compte tenu du rythme avec lequel le climat change, et certaines espèces n'auront simplement aucun endroit où aller. Depuis 30 ans, le déplacement moyen de l'aire de distribution des espèces a été de 6,1 km par décennie. C'est là le tableau général. Bien sûr, il y a des exceptions et la réalité est bien plus complexe. Les processus de l'écosystème forestier de l'Arctique changera aussi probablement et la limite des arbres pourrait se déplacer vers le Nord dans de nombreuses régions. Ces changements dans la végétation et la répartition des espèces pourraient menacer les cultures autochtones qui sont vraiment partie intégrante de ce système naturel car, dans bien des cas, ces gens dépendent de ces écosystèmes arctiques pour leur nourriture et leurs pratiques culturelles.

L'une des grandes questions découlant de la recherche sur les écosystèmes de l'Arctique est de savoir si, oui ou non,

One study estimated the Arctic terrestrial ecosystem to contain approximately 700 billion tonnes of carbon, with about 200 billion tons in the Arctic tundra and Arctic alpine tundra. Most of this is in the soil with only a small portion in the vegetation. This is quite different compared to other biomes or ecosystems. In comparison, fossil fuels are contributing approximately 7 billion tonnes of carbon per year; 3.5 billion tonnes remain in the atmosphere, and the rest is captured by vegetation on land, or at sea.

The active layer of permafrost – the uppermost 1 to 3 metres – thaws in summer. The lower portion, which does not thaw, contains about 100–300 billion tonnes. The amount of carbon in the arctic and alpine tundra can be roughly estimated at between 200 and 400 billion tonnes of carbon. This would indicate that the source areas exceed the sink areas in geographic distribution that would lead us to believe the Arctic is a source of carbon instead of a sink.

An example of this is the north slope of Alaska where it is estimated that 0.3 gigatonnes of carbon are released to the atmosphere each year. Research has revealed that photosynthetic activity and respiration, two opposing feedback systems, have both increased. Respiration, which occurs when organic matter breaks down, will accelerate as the temperature rises and permafrost disintegrates. The amount of moisture or precipitation has a significant influence on how much or how fast respiration will increase.

There is noticeably more vegetative cover in the Arctic than there used to be. Carbon moves from the atmosphere into the vegetation, producing a negative feedback on the climate: this will decrease the warming effect, while respiration will increase it.

Satellite data from 1980 indicates chlorophyll levels, or the greenness of the vegetation. This greening index shows an increase over the 20 year period. The growth season has also increased by 18 days over the last 20 or 25 years.

Many uncertainties persist regarding these two opposing feedback mechanisms. Predictions based on models using this information suggest enhanced production of vegetation will exceed increases in respiration resulting in a small net carbon increase.

There is also a larger and potentially very important feedback mechanism to consider. More vegetation and less

l'Arctique est un puits de carbone ou une source de carbone. Au cours des 10000 années précédentes, le carbone s'est accumulé dans l'Arctique. En règle générale, la matière organique a été assimilée par la biomasse ou s'est accumulée dans le sol, se transformant en tourbières. Toutefois, à mesure que l'Arctique se réchauffe, il y aura probablement rejet d'émissions de carbone, car le pergélisol fond et la matière organique se décompose plus rapidement. Cela pourrait être une réaction positive aux gaz à effet de serre ajoutés à l'atmosphère par les activités humaines. Par ailleurs, la croissance de la végétation augmentera probablement, piégeant le carbone de l'atmosphère, et agissant ainsi comme rétroaction négative au système. Malgré le nombre d'études effectuées, on ne sait pas encore clairement si l'Arctique deviendra une source ou un puits pour les gaz à effet de serre.

Dans une étude, les chercheurs ont évalué que l'écosystème terrestre arctique contient environ 700 milliards de tonnes de carbone, dont environ 200 milliards de tonnes dans la toundra arctique et la toundra alpine arctique. La plus grande partie de ce carbone se trouve dans le sol et une faible partie seulement dans la végétation. Cela est très différent, comparativement aux autres biomes ou écosystèmes. Par comparaison, les combustibles fossiles sont responsables d'environ 7 milliards de tonnes de carbone par an; 3,5 milliards de tonnes demeurent dans l'atmosphère, le reste étant capturé par la végétation terrestre ou les océans.

La couche active du pergélisol, soit les un à trois mètres supérieurs, fond pendant l'été. La partie la plus basse, gelée en permanence, contient environ 100 à 300 milliards de tonnes. La quantité de carbone dans la toundra arctique et alpine pourrait être évaluée approximativement entre 200 milliards et 400 milliards de tonnes de carbone. On pourrait ainsi dire que les zones sources dépassent par leur distribution géographique les zones puits, ce qui nous amènerait à penser que l'Arctique n'est pas un puits de carbone mais une source de carbone.

Prenons comme exemple le versant nord de l'Alaska, où on estime que, chaque année, 0,3 gigatonnes de carbone sont libérées dans l'atmosphère. Les chercheurs ont constaté que l'activité de photosynthèse et la respiration, deux systèmes de rétroaction opposés, ont l'une et l'autre augmenté. La respiration, qui se produit lorsque la matière organique se dégrade, s'accélérera à mesure que la température augmentera et que le pergélisol se dégradera. La quantité d'humidité ou de précipitations a une influence considérable sur la vitesse.

snow mean more radiation is absorbed by the darker ground surface, increasing the warming. Methane, a powerful greenhouse gas becomes a major factor. There are enormous amounts in the permafrost, far greater than the amount of carbon in the peat and organic matter. As temperature increases, so will the amount of methane released into the atmosphere.

Another important consideration in Arctic ecosystems is sea ice and its relation to the very high marine productivity that many species in the sea and land depend on.

There are basically three main reasons for such high productivity in the Arctic Ocean. First, marine productivity mainly occurs in shallow waters and there is an extensive continental shelf along the margin of the Arctic Ocean. Second, vertical mixing of the water column caused by colliding warm and cold water currents brings nutrients up to the light source, a process essential to marine productivity. Third, the physical characteristics of the marginal ice layer are optimal for biological production. When all three elements work together, marine production increases dramatically along the polar front, the ice edge shoal and the vast shallow continental shelves. The key to this is the ice.

Although models disagree about the actual rate of ice cover decrease, most researchers would agree that by the end of the century little perennial sea ice will remain. This will threaten many species of fish, birds and mammals and may lead to extinctions. Polar bears, for example, use sea ice for hunting seals, their main food. With sea ice retreating and melting, polar bears have less access to their food supply. Studies of the polar bear population around Hudson Bay have shown that when the ice breaks up early female polar bears lose 4.3 kg of body mass per year. Adult females weighing below 189 kg are unlikely to reproduce, and so seven consecutive years of early break up can render some females unable to reproduce. In 1997 the average weight of female was below 229 kg, and the reproductive rate and seasonal survival decreased by 10–15%. The overall population size, however, has not changed yet. Many Arctic species are now at risk and many more may face a difficult situation in a few years as a result of climate change.

La couverture générale dans l'Arctique est maintenant beaucoup plus abondante qu'elle ne l'était. Le carbone passe de l'atmosphère à la végétation, générant une rétroaction négative sur le climat : cela diminuera l'effet de réchauffement, mais quand la respiration augmentera...

Les données fournies par les analyses faites en 1981 indiquent les taux de chlorophylle, soit la coloration verte de la végétation. L'indice de verdissement atteint une augmentation sur la période de 20 ans. La saison de croissance a également augmenté de 18 jours au cours des 20 à 25 dernières années.

Nombre d'incertitudes persistent concernant ces deux mécanismes opposés de rétroaction. Les projections reposant sur les modèles utilisant ces renseignements laissent prévoir qu'une production accrue de la végétation dépassera les augmentations de la respiration, résultant en une faible augmentation nette du carbone.

Il y a aussi un mécanisme de rétroaction plus vaste et éventuellement plus important dont il faut tenir compte. S'il y a plus de végétation et moins de neige, cela signifie que la surface terrestre, plus sombre, absorbe davantage de rayonnements, d'où augmentation du réchauffement. Le méthane, puissant gaz à effet de serre, est gelé dans le sol et le pergélisol devient un secteur de premier plan. Il y a d'énormes quantités de méthane dans la toundra gelée et le pergélisol, beaucoup plus que la quantité de carbone dans la tourbe et dans la matière organique. L'augmentation de la température entraînera le rejet de plus grandes quantités de méthane dans l'atmosphère.

Autres facteurs importants dans les écosystèmes arctiques : les glaces de mer et le rapport avec l'très forte productivité des mers dont dépendent de nombreuses espèces marines et terrestres.

Fondamentalement, ces très fortes productivités de l'océan Arctique a trois grandes causes. Tout d'abord, la productivité maximale intervient surtout dans les eaux peu profondes et le plateau continental bordant les océans de l'Arctique est immense. De plus, le mélange vertical de la colonne d'eau découlant de l'entrée en contact des courants d'eau chaude et d'eau froide apporte des nutriments, indispensables à la source de lumière, processus essentiel à la productivité marine. Enfin, les caractéristiques physiques de la couche de glace marginale sont optimales pour la production biologique. Lorsque ces trois éléments se conjuguent, la production marine augmente de façon marquée. Le

Panelist: Lars-Otto Reiersen

Arctic Monitoring and Assessment Programme

There is a great deal of information being collected about the current and potential effects of climate change on northern ecosystems; but what does this really mean for people living in the Arctic? More people may migrate north leaving less land available for indigenous people. Furthermore, the animals and forests will move north into areas in which they may not be able to survive. The people who currently depend on these ecosystems may face serious conflicts in the future.

Moreover, if the summer ice disappears, the Arctic Ocean will be open, and primary production will increase. Although primary production may not increase immediately, the total area of production will increase, and as the ocean warms up new species of fish will eventually enter the ocean. Who will have the right to harvest these new resources? As the ice cover disappears and the open water area increases, the Arctic will face new challenges and potential conflicts. There are many uncertainties and questions that have yet to be studied and discussed.

What happens if the Arctic experiences abrupt changes? What if the scenarios predicted by the climate models are reversed? Instead of the ice cover disappearing and fresh water entering the system, ice and salt water enters an extensive northern area. This scenario should not be totally discounted. Based on past climatic findings from

long du front polaire, sur les hauts fonds de la litière de glaces et les vastes plates-formes continentales peu profondes. La clé de tout cela: la glace.

Même si les modélisations ne concordent pas concernant le taux réel de diminution de la couverture de glaces, les chercheurs, pour la plupart, conviendraient qu'à la fin du présent siècle, il ne restera que peu de glaces de mer pérennes. Cela menacera nombre d'espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères et pourrait entraîner leur extinction. Ainsi, l'ours polaire emprunte les glaces de mer pour chasser le phoque, son principal aliment. Puisque les glaces de mer reculent et fondent, l'ours polaire a moins accès à sa «réserve alimentaire». Les études sur les populations d'ours polaires des environs de la baie d'Hudson prouvent que lorsque la débâcle des glaces est hâtive, les femelles perdent 4,31 kg de masse corporelle par année. Les femelles adultes pesant moins de 189 kg sont souvent inaptes à la reproduction de sorte que certaines femelles pourraient être incapables de se reproduire s'il y a plusieurs années consécutives de débâcle hâtive. En 1997, le poids moyen des femelles était inférieur à 220 kg et le taux de reproduction des femelles fécondes a diminué de 10 p. 100 à 15 p. 100. La population globale, par contre, n'a pas encore changé. Nombre d'espèces de l'Arctique sont désormais menacées et d'autres, les plus nombreuses, pourraient être en difficulté dans quelques années en raison du changement climatique.

Paneliste: Lars-Otto Reiersen

Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique

On recueille une masse importante de renseignements sur les effets actuels et éventuels du changement climatique sur les écosystèmes nordiques, mais qu'est-ce que cela signifie pour les gens qui vivent dans l'Arctique? Il est possible qu'augmentent les migrations vers le Nord, ce qui laisserait moins de terres à la disposition des Autochtones. En outre, les animaux et les forêts se déplaceront vers le Nord, dans des régions où leur survie pourrait être impossible. Les gens qui, actuellement, dépendent de ces écosystèmes, pourraient à l'avenir affronter de graves conflits.

glacial ice core analysis this has happened before, and may very well happen again.

Circumpolar nations and organizations such as the Arctic Council will have to deal with these issues and questions. They will also have to consider the cumulative effects of climate change on the Arctic. There are many questions and much research that needs to be done before scientists can truly understand the complex climate and environmental processes. There is also a need for open dialogue to discuss the potential impacts of climate change on people living in the Arctic so that adaptive measures can be taken.

Panelist: Andreas Richter

University of Austria

All the presentations today clearly demonstrate there are changes occurring in the Arctic. The permafrost is melting, there are changes in pond sizes and the extent of peatlands, and the amount of methane being released from the Arctic into the atmosphere is rising. The question that arises is whether we are really prepared to monitor these changes, at all levels. As it stands now however, there is no adequate long term monitoring system in the polar regions.

One means of filling this information gap is by establishing long term ecological observation methods. They would consist of long term observation projects that examine large scale biosphere and atmosphere exchanges. A project of this magnitude needs international cooperation and coordination. The upcoming International Polar Year (IPY) 2007–08 is an excellent opportunity to launch such a project.

Many of the speakers have mentioned the human dimension particularly when considering the effects of climate change and policy implications. This is one area we need to focus on. It is important that the integration of the the human dimension occur at every level of Arctic research. There is also a need to develop a stronger interdisciplinary approach that includes traditional knowledge when developing a research program. In this manner we will encourage indigenous people and scientists from various disciplines to interact and work together.

En outre, si la glace d'été disparaît, l'océan Arctique sera ouvert et on verra une augmentation de la production primaire. Même si celle-ci pourrait ne pas augmenter immédiatement, la superficie totale de production augmentera et, à mesure que l'océan se réchauffera, de nouvelles espèces de poissons y viendront sans doute. Qui aura le droit de récolter ces nouvelles ressources? Au fil de la disparition des glaces et de l'augmentation de la zone des eaux libres, l'Arctique devra faire face à de nouveaux défis et à des conflits éventuels. Nombre d'incertitudes et de questions restent encore à étudier et à débattre.

Que se produira-t-il si l'Arctique connaît des changements subits? Que se passera-t-il si les scénarios prévisionnels issus des modèles climatologiques sont inverses? Au lieu de la disparition de la couverture de glaces et de l'arrivée d'eaux douces dans le système, si la glace et le sel marin pénétraient dans une vaste région du Nord? Il ne faudrait pas écarter totalement ce scénario. D'après les constatations climatologiques antérieures issues de l'analyse des carottes de glaces de l'époque glaciaire, cela s'est produit auparavant et il est possible que cela se passe de nouveau.

Les pays circumpolaires et les organisations comme le Conseil de l'Arctique auront à répondre à ces questions et à trouver des solutions. Il leur faudra aussi tenir compte des effets cumulatifs du changement climatique sur l'Arctique. Les questions ne manquent pas et il faudra mener beaucoup de recherches avant que les chercheurs puissent vraiment comprendre les mécanismes climatologiques et environnementaux dans toute leur complexité. Il faut également un dialogue ouvert afin de discuter des répercussions éventuelles du changement climatique sur les personnes qui vivent dans l'Arctique, de façon à pouvoir prendre des mesures d'adaptation.

Paneliste: Andreas Richter

Université d'Autriche

L'évidence qui se dégage de tous les exposés d'aujourd'hui est qu'il se produit des changements dans l'Arctique. Le pergélisol fond, la superficie des étangs change, de même que l'étendue des tourbières, et la quantité de méthane rejeté dans l'atmosphère de l'Arctique augmente. La question qui se pose est de savoir si nous sommes vraiment prêts à exercer une surveillance de ces

Discussion Summary

The need to integrate traditional knowledge and scientific research was stressed. This is especially important since most researchers are based in the south, conducting their research in the north for only a few months each summer. The knowledge gap this creates could be reduced by establishing partnerships with indigenous people living in the north year round.

Long term ecological research and the need to collect information all year round are recurring issues. Collaborative research programs in partnership with indigenous people are the way of future research in the Arctic, an obvious means of obtaining information year round, and one that will benefit both the researchers and indigenous people.

Improved experimental approaches and ecological monitoring were also discussed. Although researchers know that climatically driven changes are occurring and will continue to do so many uncertainties remain, largely because of the complex systems under investigation, which require extensive – and expensive – research and monitoring. This necessitates a global approach based on collaboration and cooperation. It is important to establish a circumpolar network of research stations and long term monitoring programs, both on land and at sea.

Once the global research and monitoring programs are established vast amounts of data will be generated. How will this be managed, where will the results be kept, and how will the information be shared? Too often, when scientists undertake research in a specific location or for a short period the data disappears afterward. Research data needs to be stored at a central location and made available to others.

With all the information available today on climate change it should be a relatively easy task for researchers to convince policy makers to take action. Why then are policy makers so slow in developing and implementing broad initiatives to address the impacts of climate change? Should the remaining uncertainties in effects prediction make policy makers hesitate in developing policies to deal with the impacts of climate change?

There is no uncertainty about the big picture. Climate changements, à tous les niveaux. Tel que cela se présente par contre, il n'existe pas de système adéquat de surveillance à long terme dans les régions polaires.

L'un des moyens de combler cette lacune d'information est d'établir des méthodes d'observation écologique à long terme, ce qui comporterait un projet d'observation à long terme des échanges à grande échelle entre la biosphère et l'atmosphère. Un projet de cette ampleur commande une coopération et une coordination internationales. La prochaine Année polaire internationale (API) 2007–2008 est une excellente occasion de lancer un tel projet.

Nombre des conférenciers ont parlé de l'aspect humain, particulièrement lorsqu'il s'agit des effets du changement climatique et de ses répercussions en matière de politique. C'est là un domaine sur lequel nous devons nous concentrer. Il est important que l'intégration de la dimension humaine intervienne à tous les paliers de la recherche sur l'Arctique. Il faut également élaborer une approche disciplinaire plus forte intégrant le savoir traditionnel dans la préparation d'un programme de recherche. De cette manière, nous encouragerons les Autochtones et les chercheurs des diverses disciplines à interagir et à travailler ensemble.

Resumé des discussions

On insiste sur la nécessité d'intégrer le savoir traditionnel et la recherche scientifique, ce qui est particulièrement important parce que, pour la plupart, les chercheurs sont établis dans le Sud et ne mènent leurs recherches dans le Nord que quelques mois par an, l'été. Les lacunes que cela crée au niveau des connaissances pourraient être moins profondes grâce à des partenariats avec les Autochtones vivant dans le Nord toute l'année.

Des questions reviennent, à savoir la recherche écologique à long terme et la nécessité de recueillir de l'information toute l'année. Les programmes de recherche coopérative en partenariat avec les Autochtones sont la voie de l'avenir de la recherche dans l'Arctique, c'est un moyen évident d'obtenir de l'information toute l'année et cela profitera à la fois aux chercheurs et aux Autochtones.

On parle également d'amélioration au niveau des approches expérimentales et de la surveillance sur le plan écologique. Bien que les chercheurs sachent qu'il se produit des changements d'origine climatique et qu'il continuera à en être ainsi, nombre

change is happening and it is affecting our environment and those who depend on it. The uncertainties exist in the details. The big message may seem to include contradictions (e.g. some areas may cool down as a result of climate change, while others will warm up), but the fact remains that climate change is affecting our environment and policy-makers must act now if there is to be any measure of success mitigating or adapting to climatic changes.

d'incertitudes demeurent, surtout en raison de la complexité des systèmes étudiés, qui exigent des recherches et une surveillance coûteuses et étendues. Cela nécessite une approche globale fondée sur la collaboration et la coopération. Il est important d'établir un réseau circumpolaire de stations de recherche et des programmes de surveillance à long terme, sur terre et en mer.

Lorsqu'on aura établi des programmes mondiaux de recherche et de surveillance, cela générera d'énormes quantités de données. Comment gérer tout cela, où seront conservés les résultats et comment partagera-t-on l'information? Trop souvent, lorsque les chercheurs amorcent des recherches à un endroit précis ou pour une courte période, les données disparaissent par la suite. Il faut que les données de recherche soient stockées à un endroit central et mises à la disposition des autres.

Compte tenu de toute l'information dont on dispose autour d'hui sur le changement climatique, il devrait être relativement facile, pour les chercheurs, de pousser à l'action les responsables de l'élaboration des politiques. Pourquoi, alors, ces derniers sont-ils si lents à élaborer et à mettre en application des initiatives d'envergure pour s'attaquer aux répercussions du changement climatique? Est-il possible que les incertitudes qui demeurent dans la prévision des effets rendent les responsables de l'élaboration des politiques hésitants à élaborer des politiques pour faire face aux répercussions du changement climatique?

Pour ce qui est du tableau global, aucun doute ne subsiste. Le changement climatique se produit et affecte notre environnement et ceux qui en dépendent. Il existe des incertitudes, mais au niveau des détails. Il semblerait que le message global soit assorti de contradictions (c.-à-d. que certaines régions pourraient connaître un refroidissement par suite du changement climatique, tandis que d'autres connaîtront un réchauffement), mais le fait demeure : le changement climatique affecte notre environnement et les responsables de l'élaboration des politiques doivent agir dès à présent s'ils veulent réussir le moindrement à atténuer les changements climatiques ou à s'y adapter.

EEA/UNEP Presentation: Arctic Environment: European Perspective – Why Should Europe Care?

Presenter: Dr. Thors Larsen

Polar Unit, United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal

The European Environmental Agency (EEA) and the United Nations Environmental Programme (UNEP) are pleased to release the special report *Arctic Environment: European Perspective – Why Should Europe Care?* The EEA/UNEP hope that the report will act as a catalyst to stimulate discussion on European policy actions related to the Arctic, and contribute to the implementation of the second northern dimension.

The Arctic is very different from the Antarctic. The Antarctic is a continent surrounded by sea while the Arctic is a sea surrounded by continents. International cooperation in the Arctic is often hampered by the bordering states' social, political and economic agendas. Therefore, the adoption of an Antarctic style treaty is unlikely in the Arctic.

The Arctic is also different from the Antarctic and other regions for many other reasons such as the relatively few residents, the small number of indigenous people relative to other inhabitants in many areas, the many visitors and users from other parts of the world, the vast areas of relatively undisturbed nature, the enormous amount of non-renewable resources, and the fact that pollutants and climate change are having a profound effect in arctic regions.

The arctic ecosystems are comparable to deserts with species demonstrating relatively high resilience against disturbance. But is enough being done in terms of conservation of arctic ecosystems? In many ways there is a lot being done to protect the arctic environment – there are many protected areas throughout the Arctic, for instance. However, traditional conservation practices do not always take into account today's most pressing environmental problems such as POPs and other pollutants, and the effects of climate change.

For example, polar bears were successfully protected in 1973 all over the Arctic with the banning of non-indigenous hunting, but they are again threatened by increases in pollution, retreating ice sheets, and climate change. Clearly, effective conservation practices are still needed. In

Présentation AEE/PNUE: L'environnement arctique : Le point de vue de l'Europe – pourquoi l'Europe devrait-elle s'en soucier?

Présentateur: Thors Larsen

Unité des affaires polaires, Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Arendal

L'Agence européenne de l'environnement (AEE) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ont le plaisir de publier un rapport spécial intitulé *L'environnement de l'Arctique : point de vue de l'Europe – pourquoi l'Europe devrait-elle s'en soucier?* L'AEE/le PNUE espèrent que le rapport servira de catalyseur pour stimuler les discussions sur les interventions politiques européennes concernant l'Arctique et contribuera à la mise en œuvre de la deuxième dimension nordique.

L'Arctique est très différent de l'Antarctique. L'Antarctique est un continent entouré d'océans et l'Arctique est un océan entouré de continents. La collaboration internationale dans l'Arctique est souvent freinée par les priorités sociales, politiques et économiques des états limitrophes. Par voie de conséquence, il est peu probable que l'on adoptera pour l'Arctique un traité comme celui de l'Antarctique.

L'Arctique diffère également de l'Antarctique et des autres régions sur de nombreux autres aspects, par exemple le nombre relativement peu élevé de résidants, le petit nombre d'Autochtones par rapport aux autres habitants dans nombre de régions, les nombreux utilisateurs et visiteurs d'autres régions du monde, les immensités de nature relativement vierge, la quantité énorme de ressources non renouvelables et le fait que les polluants et le changement climatique ont un effet profond sur les régions arctiques.

Les écosystèmes de l'Arctique peuvent être comparés à des déserts, les espèces manifestant une adaptabilité relativement forte contre les perturbations. Par contre, en fait on suffisamment sur le plan de la conservation des écosystèmes arctiques? De bien des façons, on fait beaucoup pour protéger l'environnement arctique – il existe, par exemple, de nombreuses zones protégées partout dans l'Arctique. Toutefois, les pratiques traditionnelles de conservation ne tiennent pas toujours compte des problèmes environnementaux actuels les plus pressants, par exemple les POP ou polluants organiques persistants et autres, ainsi que les effets du changement climatique.

A titre d'exemple, en 1973, il a été possible de réussir à protéger l'ours polaire partout dans l'Arctique par l'interdiction de la chasse non autochtone, par contre, l'espèce est encore menacée

order for conservation to work in the Arctic today, it must benefit stakeholders (and in particular local communities) that depend upon natural resources. Authorities and institutions must appreciate the social and economic value of nature and its resources, and must invest in conservation, management and sustainable use. Capacity- and institution building are crucial. Conservation must also address local, national and international needs and subsequent actions.

Along with climate change, the Arctic will likely be facing other future challenges. One will be the safe development of oil, gas and other natural resources. Oil spills and other environmental damage may be dangerous for arctic environments and fauna. Oil can get trapped in open leads and under ice where marine production is high and where fish, seals and birds feed. Oil takes a long time to break down and is very difficult to clean up in ice covered waters. As well, oil can be transported with drifting ice over a very long distance. Another future concern for the arctic region is the northern sea route. The social, economic and environmental impacts of a future northern sea route and associated gas, oil and mineral exploitation, plus subsequent shipwrecks and spills, represent significant concerns and future challenges.

Future challenges are posed by plans that may exacerbate the impacts of climate change. A 1970 plan to divert some Russian rivers to water- starved regions in the south has recently resurfaced. Reduced flow of freshwater into the Arctic Ocean will certainly affect ice formation off the Siberian coast. This will affect fish, birds, and marine mammals. Changing ocean currents will most likely modify the climate in Europe and beyond. Changes in climate could diminish deep water formation, thereby slowing the Gulf Stream. Diverting Russian rivers may also add to this, leading to a colder climate in northern Europe and northwest Russia.

Climate change may also reduce the distribution and abundance of high arctic species. Alien species may invade and the treeline may move north. Over-fishing may have consequences for fish populations, sea birds and land animals.

par l'augmentation de la pollution, le recul des plaques glaciaires et le changement climatique. Il est évident que nous avons encore besoin de pratiques efficaces de conservation. Pour que la conservation fonctionne aujourd'hui, dans l'Arctique, elle doit profiter aux intervenants (et notamment aux collectivités locales) qui dépendent des ressources naturelles. Les autorités et les institutions doivent saisir la valeur sociale et économique de la nature et de ses ressources et investir dans la conservation, la gestion et l'utilisation durables. Il est essentiel de renforcer les capacités et les institutions. De plus, la conservation doit répondre aux besoins locaux, nationaux et internationaux et aux mesures subséquentes.

En plus du changement climatique, il est probable que l'Arctique devra à l'avenir relever d'autres défis, par exemple la mise en valeur sécuritaire des ressources naturelles, notamment le pétrole et le gaz. Les déversements de pétrole et autres dommages environnementaux pourraient être des plus nuisibles à l'environnement et à la faune de l'Arctique. Le pétrole peut être emprisonné dans des gisements ouverts et sous la glace, où la production marine est élevée et où le poisson, les phoques et les oiseaux s'alimentent. Le pétrole prend longtemps à se dégrader et il est très difficile d'en éliminer la pollution dans la glace couverte d'eau. De plus, le pétrole peut être transporté avec la dérive des glaces sur de très longues distances. Une autre préoccupation future pour la région arctique est la route maritime du Nord. Les répercussions sociales, économiques et environnementales d'une future route maritime nordique et l'exploitation afférente des ressources gazières, pétrolières et minérales, en plus des déversements et naufrages qui ne manqueront pas de se produire, constituent ensemble de graves préoccupations et des défis futurs.

Il y aura des défis à relever en raison de projets susceptibles d'amplifier les effets du changement climatique. On vient de remettre à l'ordre du jour un plan, imaginé dans les années 1970, visant à détourner certaines rivières de Russie vers des régions ayant grand besoin d'eau, plus au Sud. La diminution de la circulation d'eau douce dans l'océan Arctique affectera certainement la formation des glaces au large de la côte sibérienne. Cela, en retour, affectera le poisson, les oiseaux et les mammifères marins. Les changements dans les courants océaniques modifieront probablement le climat en Europe et ailleurs. Les changements climatiques pourraient réduire la formation d'eau en

Who, then, is responsible for the Arctic? Is it indigenous peoples and residents of the North, individual nations or the international community? Mechanisms that encourage indigenous peoples' stewardship over the arctic nature and wildlife resources should be explored. Co-management and community-based natural resource management should also be encouraged.

New initiatives are being undertaken by the European Commission in cooperation with the EU member states, partner countries (Norway, Iceland and the Russian Federation) and with northern dimension regional bodies: the Arctic Council, the Council of Baltic Sea States, the Barents Euro-Arctic Council and the Nordic Council of Ministers. These new initiatives have crosscutting themes and focus on sustainable development. But if these new initiatives are to be successful the indigenous peoples of the Arctic need to play a key role in the implementation of any new strategies or plans.

"Arctic Environment: European Perspective – Why Should Europe Care?" is available at: https://reports.eea.europa.eu/environmental_issue_report_2004_38_en/Iss_38_Arctic_web.pdf

profondeur, ralentissant ainsi le Gulf Stream. Si, en Russie, on détourne des rivières, cela pourrait amplifier le problème, entraînant un climat plus froid en Europe septentrionale et dans le Nord-Ouest de la Russie.

Ajoutons que le changement climatique peut réduire la distribution et l'abondance des espèces du Haut-Arctique. Il est possible qu'il y ait invasion d'espèces étrangères et que la limite des arbres se déplace vers le nord. La surpêche pourrait avoir des conséquences sur les populations de poissons, les oiseaux de mer et les animaux terrestres.

Qui, alors, est responsable de l'Arctique? Les Autochtones et les résidants du Nord, les pays, individuellement, ou la collectivité internationale? Il faudrait étudier et concevoir des mécanismes qui favorisent l'intendance de la nature arctique et de ses ressources tirées par les Autochtones. Il faudrait également favoriser la cogestion et la gestion communautaire des ressources naturelles.

La Commission européenne amorce de nouvelles initiatives, de concert avec les États membres de l'UE, les pays partenaires (Norvège, Islande et Fédération russe) et avec des organismes régionaux à dimension nordique : le Conseil de l'Arctique, le Conseil des États riverains de la mer Baltique, le Conseil Euro-arctique de Barents et le Conseil Nordique des Ministres. Ces nouvelles initiatives ont des thèmes qui se chevauchent et se concentrent sur le développement durable. Par contre, pour que ces nouvelles initiatives connaissent le succès, il faut que les peuples autochtones de l'Arctique jouent un rôle clé dans la mise en œuvre de toute nouvelle stratégie ou de tout nouveau plan.

Le rapport L'environnement de l'Arctique : point de vue de l'Europe – pourquoi l'Europe devrait-elle s'en soucier ? est disponible au site Web suivant : http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2004_38_en/Iss_38_Arctic_web.pdf

Third Session:
Earth Observation and Global Climate Monitoring

Moderator: Alan Belward

Joint Research Centre, European Commission

There are many organizations involved in monitoring and observing the environment. In Europe and Canada the Global Monitoring for the Environment and Security (GMES) project, a joint European Commission and European Space Agency initiative, examines long term operational use of earth observational and in situ data collection to support key policy initiatives. Other examples are the Group on Earth Observation (GEO), and the Global Earth Observing System (GEOS), both looking at long term use of earth observation to support scientific and policy initiatives.

These very important programs help close the loop between the scientific research and policy. Further scientific research is an important component of these programs, as there remain many unanswered questions such as the kind of measurements that should be made, their frequency, and the degree of accuracy required. These questions cannot be answered without input from the research community, and that is why discussions such as we are having today are so pertinent.

Presenter: Charles Randell

C-CORE, Canada

"The Northern View: Earth Observation Northern Monitoring"

The purpose of the Northern View resonates with many of the other topics being discussed at this symposium; that is northern science, northern operations, climate change, and northern sustainable development. The Northern View is a vehicle to deliver information from the experts to the people dealing with these issues, at least in cases where relevant information can be derived from satellite monitoring.

Earth observation satellites are especially useful in the north because of its remoteness, relative inaccessibility, and sparse population. Normally projects developed with the European Space Agency or the Canadian Space Agency tend to have a thematic focus for monitoring – the ocean, sea ice, snow, or agriculture, for instance – but when considering the circumpolar Arctic the entire range of

Troisième séance:
L'observation de la Terre et la surveillance du climat planétaire

Animateur: Alan Belward

Centre Commun de Recherche, Commission européenne

De nombreuses organisations participent à la surveillance et à l'observation de l'environnement. En Europe et au Canada, le système planétaire de surveillance pour l'environnement et la sécurité (GMES), projet conjoint de la Commission européenne et de l'Agence spatiale européenne, prend en compte l'utilisation opérationnelle à long terme des satellites d'observation de la Terre et la collecte de données sur place pour appuyer les grandes initiatives de politique. Parmi les autres exemples, il y a le Groupe intergouvernemental spécial des observations de la Terre (GEO) et le système global d'observation de la Terre (GEOS), l'un et l'autre portant sur l'utilisation à long terme de l'observation de la Terre pour appuyer les initiatives scientifiques et politiques.

Il s'agit de programmes très importants, qui permettent, d'une certaine manière, de boucler la boucle entre la recherche scientifique et la politique. L'un des volets importants de ces programmes est l'approfondissement de la recherche scientifique, car nombre de questions demeurent sans réponse, par exemple le type de mesures à prendre, leur fréquence et le niveau de précision nécessaire. On ne peut répondre à ces questions sans l'avis des milieux de la recherche et voilà pourquoi nos discussions d'aujourd'hui sont si pertinentes.

Présentateur: Charles Randell

C-CORE, Canada

« La vision nordique : surveillance nordique de l'observation de la Terre »

L'objet de Northern View s'harmonise avec nombre d'autres thèmes abordés au cours du présent colloque, à savoir la science dans le Nord, l'exploitation des ressources nordiques, le changement climatique et le développement durable du Nord. Northern View est un moyen d'acheminer l'information des spécialistes aux gens qui traitent de ces questions, du moins dans les cas où l'on peut dériver de l'observation par satellite des données pertinentes.

Les satellites d'observation de la Terre sont particulièrement utiles dans le Nord, en raison de son éloignement, de son inaccessibilité relative et de sa population largement disséminée. Habituellement, les projets élaborés avec l'Agence spatiale

services had to be taken into account. This is the challenge that faces the Northern View.

The Northern View is part of the European Space Agency's Global Monitoring of the Environment and Security (GMES) service element, whose purpose is to deliver operational services to the public sector. It is not about developing new applications and new capabilities; rather, it is about taking the things we already know how to do – things we know work well – and delivering them to the people who need them, in the manner best suited to the problem. The idea of the Northern View is to be a "one stop shop" for northern information derived from earth observation. The goal for the future is to develop service nodes, one in Canada and more in Europe, staffed by experts in earth observation, and one or two experts on policy and its implications – in general, a small staff who know who is doing what regarding northern issues. We hope this will break the barrier between the scientific community and the policy makers. There will not be experts on every type of information needed or its use, but partnerships will enable us to tell people what information is available and get it for them.

When the Northern View was started in February, the goal was to offer 5 to 8 operational services by December 2003. By December we were delivering 11 and we are continuing to bring more online. Currently there are 34 participants in the Northern View in six countries. Services are derived mainly from satellite data and include information on sea ice, arctic ground cover, infrastructure and fragmentation, glaciers, icebergs, snow extent and melt, and lake and river ice. These services are in place because of expressed user needs and are delivered in a means that has been specified as most beneficial to the user. This often means in near-real-time. More information can be found at www.northernview.org.

Presenter: Klaus Kunzi

University of Bremen, Germany

"The Arctic, a Key Climate Change Indicator"

As the global climate changes, the Arctic and Antarctic will be affected much more than the tropics. Average global temperature increase over the last 50 years has been nearly

européenne ou l'Agence spatiale canadienne ont une orientation thématique, en matière de surveillance, à savoir, par exemple, l'océan, les glaces de mer, la neige ou l'agriculture, mais lorsqu'il est question de l'Arctique circumpolaire, il faut considérer la gamme complète des services. C'est le défi que doit relever Northern View, le projet de « Vision nordique ».

Le projet Northern View fait partie de l'élément de service Surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité (GMES) de l'Agence spatiale européenne, dont l'objet est d'offrir des services opérationnels au secteur public. Il ne s'agit pas de mettre au point de nouvelles applications ou des capacités nouvelles, mais plutôt d'utiliser ce que nous connaissons déjà, qui fonctionne bien, et de l'acheminer vers les personnes qui en ont besoin, de la manière la mieux adaptée au problème. L'idée de Northern View est d'être le « guichet unique » de l'information sur le Nord obtenue à partir de l'observation terrestre. L'objectif pour l'avenir est d'implanter des nœuds de services, l'un au Canada et davantage en Europe, dotés de spécialistes de l'observation de la Terre, de un ou deux experts en politique et répercussions des politiques, en général un petit effectif sachant qui fait quoi en ce qui a trait aux questions nordiques. Nous espérons ainsi éliminer la barrière entre les milieux scientifiques et les responsables de l'élaboration des politiques. Il n'y aura pas d'experts pour chaque type de renseignements nécessaires ou pour leur utilisation, mais les partenariats nous permettront de dire aux gens quels sont les renseignements disponibles et de les obtenir pour eux.

Au lancement de Northern View, en février, l'objectif était d'offrir cinq à huit services opérationnels dès décembre 2003. En décembre, nous en avions 11 et nous continuons à en mettre en direct davantage. Actuellement, le projet compte 34 participants de Northern View dans six pays. Les services sont dérivés surtout des données par satellite et offrent des renseignements sur les glaces de mer, la couverture du sol de l'Arctique, l'infrastructure et la fragmentation, les glaciers, les icebergs, l'étendue des neiges et la fonte ainsi que les glaces de lacs et de rivières. Ces services sont en place en raison des besoins exprimés par les utilisateurs et leur sont acheminés par les moyens jugés les plus avantageux par ces derniers. Souvent, cela se traduit presque par du temps réel. Vous pouvez trouver plus de renseignements à l'adresse www.northernview.org.

1°C. In the Arctic however, the increase in average temperature has been over 2°C. Different climate models vary in their projections of future temperature change in the Arctic, however, most agree that changes in temperature will be at least double the global average.

Over the last 30 years the extent of sea ice over the Arctic Ocean has decreased substantially. Observations with space borne sensors have revealed a decrease of approximately 10% over the last thirty years. In some areas, the ice boundary has receded by about 700km in the summer. This reduction in sea ice cover coincides with the increase in temperature over the last 30 years or so. Climate models also predict that within the next 50 years, the area of sea ice cover will be reduced by 50% of its extent in the 1950s. Although this situation may have some commercial advantages, such as for shipping through the Northeast Passage, it will also have serious consequences for the marine environment.

Stratospheric ozone is another potential issue facing the Arctic. Since the 1980s there has been a noticeable reduction in the ozone over the Arctic, particularly in the spring. It is now well established that anthropogenic chlorine and to a lesser extent bromine in the stratosphere are responsible for the destruction of the ozone. While the basic process of ozone depletion is understood, the best models available today can only account for about 80% of the total observed ozone depletion.

Based on the Montreal protocol most of the ozone depleting substances are now banned. Even so there is an urgent need for a well equipped network of monitoring stations to continuously observe the state of the stratosphere to ensure our understanding of the chemical process occurring in the stratosphere is correct. In the early 1990s a Network of Detection of Stratospheric Change (NDSC) was established which included several monitoring stations in the Arctic. Unfortunately these stations do not all run continuously and more stations are required immediately. More funding and international cooperation is necessary to ensure the proper operation of the monitoring network.

In addition to the existing monitoring network, a well coordinated international research campaign is needed. It should consist of a variety of research platforms, such as

Presentateur: Klaus Kunzi

Universite de Brême, Allemagne

«L'Arctique, indicateur clé du changement climatique»

Au fur et à mesure du changement du climat mondial, l'Arctique et l'Antarctique seront touchés beaucoup plus que les Tropiques. L'augmentation moyenne de la température mondiale ces 50 dernières années a presque atteint 1°C. Dans l'Arctique, par contre, la hausse de la température moyenne a dépassé 2°C. Les divers modèles climatologiques n'établissent pas les mêmes projections concernant les changements futurs de température dans l'Arctique mais, pour la plupart, s'entendent sur le fait que ces changements de température seront au moins le double de la moyenne mondiale.

Au cours des 30 dernières années, l'étendue des glaces de mer sur l'Océan Arctique a diminué considérablement. L'observation par des capteurs de détection à fait ressortir une diminution d'environ 10 p. 100 au cours des 30 dernières années. Dans certaines régions, la limite des glaces a reculé d'environ 700 km pendant l'été. Cette diminution de la couverture des glaces de mer coïncide avec l'augmentation de la température depuis une trentaine d'années environ. Les modèles climatologiques prédisent également que, dans les 50 prochaines années, la superficie de la couverture de glaces de mer sera de 50 p. 100 moins étendue que dans les années 1930. Même si cette situation peut offrir certains avantages commerciaux, par exemple la navigation maritime par le Passage du Nord-Est, elle aura aussi de graves conséquences pour l'environnement marin.

Un autre problème éventuel pour l'Arctique est l'ozone stratosphérique. Depuis les années 1980, on a constaté une diminution marquée de la couche d'ozone sur l'Arctique, particulièrement au printemps. On sait maintenant avec certitude que le chlore d'origine humaine et, dans une moindre mesure, le brome de la stratosphère sont responsables de la destruction de l'ozone. Même si on connaît le processus de base de l'épuisement de l'ozone, les meilleures modélisations disponibles actuellement ne peuvent rendre compte que d'environ 80 p. 100 de l'appauvrissement total observé de la couche d'ozone.

Conformément au Protocole de Montréal, la plupart des substances qui appauvrissent la couche d'ozone sont désormais interdites. Même là, il est urgent de disposer d'un réseau bien équipé de stations de surveillance afin d'observer en continu

ships, aircraft and balloons investigating specific ozone phenomena. The arctic environment needs to be carefully monitored, from the surface to the stratosphere. When this can be achieved there will be an accurate and reliable set of observations to assess the current state of and the changes occurring there. This will also allow policy makers to make informed decisions, based on reliable information, and implement bold measures to protect the Arctic and eventually the planet.

Panelist: Aynslie Ogden

Northern Research Institute, Yukon College, Canada

The two previous presenters mentioned the utility of satellite observation information to the research community at large. This type of information is also very useful for people living and working in northern communities. One of the primary tasks of the Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network (C-CAIRN) is to build a dialogue within communities and between government and researchers dealing with many of the issues that have been discussed at this symposium. One of C-CAIRN's main tasks is to make climate change information accessible to the general public in a way that can be easily understood.

For example, in Old Crow, there was a concern among the community that the Old Crow flat was drying up in response to climate warming. In response to that concern, the Canadian Wildlife Service took a look at some satellite data dating back over the last two decades and found that community observations were indeed correct. An environmental co-op was set up to monitor and track changes in the flat.

Another example of this type of technology being used at the community level is a satellite radio tower project that is being used to document seasonal range use and migration pattern of the Porcupine Caribou Heard. This herd is of tremendous importance to the residents of the northern Yukon, northern Northwest Territories and northern Alaska. An international partnership was established to monitor the effects of climate change on this herd and to discuss management strategies. The group is also

l'état de la stratosphère, de façon à vérifier si notre compréhension des processus chimiques qui interviennent dans l'atmosphère est exacte. Au début des années 1990, on créait le Réseau de détection du changement stratosphérique (RDCS), qui comportait plusieurs stations de surveillance dans l'Arctique. Malheureusement, elles ne fonctionnent pas en continu et il faudrait en ajouter d'autres immédiatement. Plus de fonds et de coopération internationale sont nécessaires pour garantir le bon fonctionnement du réseau de surveillance.

En plus du réseau de surveillance actuel, il faut une campagne de recherche internationale bien coordonnée. Elle devrait se composer de diverses plates-formes de recherche, par exemple navires, aéronefs et ballons, permettant d'étudier des phénomènes spécifiques de l'ozone. L'environnement arctique doit faire l'objet d'une surveillance assidue, de la surface à la stratosphère. Lorsque nous y serons parvenus, nous disposerons d'un ensemble fiable et précis d'observations permettant d'évaluer l'état actuel et les changements qui interviennent. Par ce moyen, en outre, les responsables de l'élaboration des politiques pourraient prendre des décisions informées, d'après des renseignements sûrs, et instaurer des mesures audacieuses pour protéger l'Arctique et, finalement, la planète.

Paneliste: Aynslie Ogden

Institut de recherche nordique, Yukon College, Canada

Deux présentateurs précédents ont mentionné l'utilité de l'information tirée des observations par satellite pour l'ensemble des milieux de recherche. Ce type d'information est également très utile aux personnes qui vivent et travaillent dans les collectivités nordiques. L'une des premières tâches du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN) est d'amorcer un dialogue dans les collectivités et entre les gouvernements et les chercheurs sur nombre des questions qui ont été débattues ici. Une des grandes tâches du C-CIARN est de rendre l'information sur le changement climatique accessible au grand public de manière facilement compréhensible.

À titre d'exemple, à Old Crow, la collectivité s'inquiétait de ce que la plaine d'Old Crow s'asséchait par suite du réchauffement climatique. Pour répondre à cette préoccupation, le Service canadien de la faune a examiné les données fournies par les satellites depuis deux décennies et constaté que les observations faites

monitoring early plant growth in spring areas and determining how the tundra is responding to climate warming.

The Canadian Ice Service has also initiated a project to gain a better understanding of how ice cover extent and ice flow data can be used at the community level. The project has not been initiated as meetings have been held with the community users to discuss what their information needs are, what some the potential vulnerabilities are, and what type of information will be needed in the future to deal with the changing environment.

Despite the obvious benefits to having this type of data available, there are still some questions that need to be answered: such as will earth observation data be able to fill in the gaps that are not currently being provided by ground based monitoring? What are the pros and cons of earth observation data as opposed to ground based data? How can this information be made more accessible to users and potential users at the community level? Can the information obtained from earth observation be merged with traditional knowledge and local observations that are often based on generations of study? How can we improve the linkages between these two information sources?

Panelist: Chad Dick

Norwegian Polar Institute

One crucial aspect of climate monitoring concerns the necessity of collecting data over an extended period. Many years of data are required for an accurate picture of climate variability. This requires long range planning – and given that this session is dealing with data obtained from satellites, it would be a good idea to send up a satellite now to start collecting information.

When collecting data using space borne platforms it is essential that the instruments on board the satellite are properly calibrated and the data is being verified. Data obviously must be accurate and reliable. We need to keep in mind that satellites cannot do everything, they are merely a part of an observing system that includes ground monitoring.

Given the high costs of satellites we need to maximize the value of the data being collected. Consideration must

par la collectivité et sont en tant connectées. On a créé une capacité environnementale afin de surveiller et de déceler les changements dans la région.

Un autre exemple de ce type de technologie utilisée au niveau de la collectivité est le projet de boues de radio par satellite qui sert à documenter l'utilisation des aires saisonnières et les profils de migration de la harde de caribous de la Porcupine. Cette harde est d'une énorme importance pour les résidants des régions isolées du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest, et de l'Alaska. On a créé un partenariat international afin de surveiller les effets du changement climatique sur cette harde et de débattre de stratégies de gestion. Le groupe exerce également une surveillance sur la croissance active des plantes dans les zones de mise bas et fait des relevés sur la façon dont la biomasse réagit au réchauffement climatique.

Le Service canadien des glaces a aussi amorcé un projet afin de mieux comprendre comment utiliser au niveau de la collectivité les données sur l'étendue de la couverture de glaces et sur la circulation des glaces. Le projet vient à peine d'être lancé, des réunions ont eu lieu avec les utilisateurs dans la collectivité, afin de discuter de leurs besoins d'information, de certaines vulnérabilités éventuelles et du type de renseignements dont on aura besoin à l'avenir pour faire face à la mutation de l'environnement.

Malgré les avantages évidents à disposer de ce type de données, il reste encore des questions sans réponse, par exemple, les données sur l'observation de la Terre pourront elles combler les lacunes non actuellement comblées par la surveillance au sol? Quels sont les avantages et les inconvénients des données d'observation de la Terre par opposition aux données prises au sol? Comment l'information peut elle être plus accessible aux utilisateurs et utilisateurs éventuels au niveau de la collectivité? L'information obtenue par l'observation de la Terre peut elle être intégrée au savoir traditionnel et aux observations locales qui souvent, reposent sur des générations d'études? Comment améliorer les liens entre ces deux sources d'information?

Paneliste: Chad Dick

Institut norvégien des affaires polaires

L'un des aspects cruciaux de la surveillance du climat touche la nécessité de recueillir des données sur une longue période. Il faut de nombreuses années de données pour dresser un tableau

be given to measuring new parameters, and developing new arrays of sensors for satellites. The Arctic is a vast and remote region and satellites are really the only way to get complete long term coverage at a reasonable cost.

An alternative means of obtaining long term records at a reasonable cost is by recovering information from earlier monitoring programs. If a hundred year record is required the fastest way is to go to historical records, researchers' filing cabinets, diaries, and log books, and use this information to produce the long term record - otherwise it's going to take a hundred years if you start today. But not enough is being spent on preserving and archiving this type of information. It will be lost forever if we do not do something now.

Discussion Summary

The discussion revolved around the importance of earth observation capacity, especially the pros and cons of satellite versus *in situ* observation systems. The reliability and accessibility of satellite data was also brought into question, specifically the calibration and validation of data and the availability and cost of satellites.

The question of satellite data quality and reliability is a growing concern among the research community. This is largely due to the fact that there is no one organization or group responsible for the quality of the data coming from satellites. However, there has been some movement in the right direction by space agencies. Last year the Committee for Earth Observation Satellites (CEOS) for the first time ever during their plenary session dealt with global climate observing systems principles, among which were the need for calibration and validation, and the space agencies attending the conference endorsed these principles during the plenary session.

Despite the drawbacks associated with satellite and ground based data, it was generally conceded that both types of observation were equally important and that one could not exist without the other. In many ways, earth observation systems give a very clear picture of what is happening in terms of climate change. For example most of the really convincing information about sea ice is obtained from earth observation be it at a regional, national or global

precis de la variabilite du climat. Cet exige une planification a long terme - puisque cette seance porte sur les donnees fournies par les satellites, ce ne serait pas une mauvaise idee que d'expedier un satellite des maintenant pour commencer a recueillir de l'information.

Dans la collecte de donnees a l'aide de plate-formes spatiales, il est essentiel que les instruments a bord du satellite soient bien etalonnes et que les donnees soient verifiees. Il est evident que les donnees se doivent d'etre precises et fiables. Il ne faut pas oublier que les satellites ne peuvent tout faire; ils sont simplement un element des systemes d'information dont fait partie egalement la surveillance au sol.

Les satellites coutent cher. Nous devons donc maximiser la valeur des donnees recueillies. Il faudrait envisager de mesurer de nouveaux parametres et elaborer de nouvelles mosaiques de capteurs pour les satellites. L'Arctique est une region vaste et isolee et les satellites sont vraiment le seul moyen d'obtenir une couverture complete a long terme a un cout raisonnable.

Une autre facon d'obtenir des releves a long terme a cout raisonnable est de recuperer l'information des programmes de surveillance anterieurs. S'il faut un siecle de donnees, la facon la plus rapide est de fouiller les dossiers historiques, les classeurs des chercheurs, les journaux et les registres et d'utiliser ces renseignements pour etablir des archives a long terme; autrement, il faudra un siecle, en commencant des aujourd'hui. Par contre, on ne consacre pas suffisamment de fonds pour sauvegarder et archiver les renseignements de ce type. Ils seront perdus a jamais si nous ne faisons rien des a present.

Resume des discussions

La discussion portait sur l'importance de la capacite d'observation de la Terre, notamment les avantages et les inconvenients des satellites comparativement aux systemes d'observation sur place. Il a egalement ete question de la fiabilite et de l'accessibilite des donnees des satellites, particulierement de l'etalonnage des appareils et de la validation des donnees, ainsi que de la disponibilite et du cout des satellites.

La question de la qualite et de la fiabilite des donnees des satellites est une preoccupation constante chez les chercheurs. Cela vient en grande partie de l'absence d'organisation ou de groupe specifique responsable de la qualite des donnees venant

scale. However, without *in situ* or ground-based data our ability to validate and understand earth observation data would be severely curtailed. For this reason it is important to connect the two types of data and those who work on them so that each may benefit from the other.

Despite the perception that satellite observation data is abundant, little long term data, apart from meteorological information, is available. Potential users need to be aware that many technological limitations apply, and what satellite data there is may not be at the right resolution, or may not cover the area under investigation, or the sensors may not have taken the necessary measurements.

This brings up the question of who should be responsible for making the data available and accessible. Who decides what data should be collected and develops new monitoring products? What we notice from the GMES perspective is a move towards the space agencies going beyond launching the satellite, flying the satellite and downloading the data, to actually creating some of the products.

There is also a duality here that needs to be explained: earth observation on the one hand and field observation on the other. Clearly the two can benefit from a very good collaboration. The challenge then becomes moving to the next level of information collection. This of course has huge financial implications. There is a reluctance to fund projects that do not involve impressive new technology or popular topics. This has resulted in an imbalance between the resources available for satellite and field observations. One possible solution is to develop policy frameworks that have satellite observations and fieldwork as a basic requirement. The research community must send a strong signal indicating there is a huge advantage to knowing what is happening with the environment and the potential implications. Scientists need to take the next step and ensure that policy makers are aware of these issues and are informed as to what type of information needs to be collected, instead of simply having the discussion amongst themselves.

It is important to involve indigenous peoples in the process of identifying information needs and developing policies to collect information in the Arctic. For earth

des satellites. Toutefois, les agences spatiales ont fait certains pas dans la bonne direction. Le Comité sur les satellites d'observation de la Terre (CSOT) a, pour la première fois, au cours de sa plénière, traité des principes des systèmes d'observation du climat planétaire et notamment de la nécessité de l'étalonnage et de la validation et les agences spatiales présentes à la conférence ont entériné ces principes au cours de la plénière.

Malgré les inconvénients découlant des données fournies par les satellites et par l'observation au sol, on a généralement reconnu que ces deux types d'observations sont tout aussi importantes et ne peuvent être prises isolément. De nombre de façons, les systèmes d'observation de la Terre donnent une image très claire de ce qui se produit en termes de changement climatique. À titre d'exemple, la plus grande partie des renseignements vraiment convaincants sur les glaces de mer proviennent de l'observation de la Terre, que ce soit à une échelle régionale, nationale ou mondiale. Toutefois, sans les données prises sur place, notre capacité de valider et de comprendre les données d'observation de la Terre serait grandement limitée. Voilà pourquoi il est important de relier les deux types de données, et aussi ceux qui travaillent dans l'un et l'autre domaines, afin que chacun puisse bénéficier du travail de l'autre.

Malgré l'impression que les données d'observation par satellite abondent, on ne dispose que de peu de données à long terme, sauf l'information météorologique. Les utilisateurs éventuels doivent savoir qu'il existe nombre de limites technologiques et que les données des satellites dont on dispose ne sont pas nécessairement des données haute définition ou ne portent pas nécessairement sur la zone étudiée ou encore, que les capteurs n'ont pas nécessairement pris les relevés ou mesures nécessaires.

Cela soulève la question de savoir qui devrait être responsable de rendre les données disponibles et accessibles. Qui décide quelles données il faut recueillir et met au point de nouveaux produits de surveillance? Ce que nous constatons, du point de vue du programme GMES, c'est que les agences spatiales veulent aller au delà de simplement lancer des satellites, les manœuvrer et télécharger les données; elle veulent en fait créer certains produits.

Sur ce plan également, il existe une dualité qu'il faut expliquer: l'observation de la Terre d'une part et l'observation sur le terrain d'autre part. Il est évident que l'une et l'autre peuvent tirer

observation information to be useful to communities in the Arctic it needs to be easily accessible, and an expert needs to be available to interpret the information and explain its limitations. Once this happens satellite information becomes very useful at the community level.

The lack of a monetary value or economic return from the environment and ecological systems being studied has often been a barrier to funding and investment. However, with large resource development companies required to carry out hazard prevention management plans and climate change impact assessments, an economic value is placed on the environment that may help give it value in the eyes of policy makers.

There has been a lot of talk about connecting, collaborating and cooperating but there is no governance mechanism, initiative or policy in place to make it happen. This meeting is perhaps one type of initiative that can facilitate connecting and collaborating, which in turn may have a spin off effect that will benefit the satellite research community.

profit d'une tres bonne collaboration. Le defi devient alors de passer a l'echelon suivant de collecte de l'information ce qui, bien sur, a d'enormes repercussions financieres. On repugne a subventionner des projets qui ne font pas appel a de nouvelles technologies etonnantes ou ne portent pas sur des themes populaires. Il en a resulte un desequilibre entre les ressources disponibles pour les satellites et pour les observations sur le terrain. L'une des solutions possibles est d'elaborer des cadres de politique ou l'une des exigences fondamentales serait et l'observation par satellite et le travail sur le terrain. Les milieux de la recherche doivent faire savoir clairement qu'il existe un enorme avantage a savoir ce qui se passe dans l'environnement et a connaitre les repercussions eventuelles. Les chercheurs doivent faire un pas de plus et s'assurer que les decideurs sont au courant de ces questions et savent quels sont les types de renseignements a recueillir, au lieu de simplement en discuter entre eux.

Il est important que les Autochtones participent au mecanisme consistant a preciser les besoins d'information et a elaborer des politiques de collecte de l'information dans l'Arctique. Pour que l'information provenant de l'observation de la Terre soit utile aux collectivites de l'Arctique, elle doit etre facile d'acces et les specialistes doivent être disponibles pour interpreter l'information et en expliquer les limites. Lorsqu'il en sera ainsi, l'information fournie par les satellites deviendra tres utile au niveau de la collectivite.

L'absence de valeur monetaire ou de rendement economique de l'environnement et des systemes ecologiques etudies a souvent ete un obstacle au financement et a l'investissement. Par contre, puisque les grandes entreprises de mise en valeur des ressources doivent elaborer des plans de gestion des risques et des evaluations d'impact du changement climatique, cela confere a l'environnement une valeur economique qui pourrait aider a lui donner de la valeur aux yeux des responsables de l'elaboration des politiques.

On a beaucoup parle de liaison, de collaboration et de cooperation, mais il n'existe pas de mecanisme, d'initiative ou de politique de gouvernance qui permettrait que cela se produise. Notre rencontre est peut etre une initiative du type susceptible de faciliter les liens et la collaboration ce qui, en retour, pourrait avoir des retombees offrant des avantages aux milieux de la recherche par satellite.

Fourth Session: Climate Change, Environmental Assessment and their Impact on the Resource Sector

Moderator: Juha Kämäri
Finnish Environment Institute

Today's session gives us an opportunity to look ahead to management issues and consider what actions can be taken to deal with the potential impacts of climate change in the Arctic. What should governments be doing and where do they start?

Climate change is a large-scale problem. The driving forces of climate change are known; they are those sectors producing greenhouse gases that create «stresses» on the environment and climate. In yesterday's sessions many of the presentations and discussions dealt with various threats to the environment, potential and observed impacts. Today the presentations and discussion will look ahead towards what should be done to mitigate or adapt to the potential impacts climate change may cause.

Although there has been work directed at trying to stop or at least prevent further climate change, efforts such as the Kyoto Protocol, results have been mixed and overall not too promising. It is also becoming increasingly clear that the impacts of climate change have begun and will continue; therefore efforts must be initiated now to help people living in the Arctic begin to adapt to climate change as well as alleviate some of the possible impacts on the environment.

Presenter: David Livingstone
Indian and Northern Affairs Canada
"An Environmental Management Framework for the NWT"

As someone living and working in the Arctic I can tell you that we are not happy at being part of this unmanaged, unpredictable experiment currently being conducted globally. Climate change in the Arctic is something people are experiencing now. Wildlife migratory patterns are shifting, temperature is increasing, record highs are being consistently recorded. Climate change is not an academic exercise for the people that have lived in the north for generations; it has become their reality. Something needs to be done to stop climate change and it needs to start now.

Given this situation, it is necessary to start applying

Quatrième séance: Le changement climatique, l'évaluation environnementale et leurs répercussions sur le secteur des ressources

Animateur: Juha Kämäri
Institut finlandais de l'environnement

La séance d'aujourd'hui nous donne l'occasion de nous pencher sur les questions de gestion et de nous demander quelles sont les mesures que l'on peut prendre pour faire face aux effets éventuels du changement climatique dans l'Arctique. Que devraient faire les gouvernements et par quoi commencer?

Le changement climatique est un problème de très grande envergure. Les forces à l'origine du changement climatique sont connues, car il s'agit des secteurs qui produisent des gaz à effet de serre créant des «stress» sur l'environnement et le climat. Dans les séances d'hier, nombre des exposés et des débats portaient sur diverses menaces à l'environnement, ainsi que sur les répercussions possibles et constatées. Dans les exposés et discussions d'aujourd'hui, nous nous demanderons ce qu'il faut faire pour atténuer les effets éventuels du changement climatique ou s'y adapter.

Malgré les efforts visant à essayer de stopper ou du moins d'empêcher d'autres changements climatiques, par exemple le Protocole de Kyoto, les résultats ont été mitigés et, globalement, peu prometteurs. De plus, il devient de plus en plus évident que les conséquences du changement climatique se font déjà sentir et que le climat continuera de changer; il faut donc consacrer nos efforts et aider les personnes vivant dans l'Arctique à commencer à s'adapter au changement climatique, de même qu'à atténuer certains des effets possibles sur l'environnement.

Présentateur: David Livingstone
Affaires indiennes et du Nord Canada
«Cadre de gestion de l'environnement pour les Territoires du Nord-Ouest»

En tant que personne qui y travaille dans l'Arctique, je puis vous dire que nous ne sommes pas très heureux de faire partie de cette expérience imprévisible et hors de contrôle qui se déroule actuellement à l'échelle planétaire. Dans l'Arctique, le changement climatique est quelque chose dont nous faisons des maintenant l'expérience. Les profils migratoires de la faune changent, la température augmente, on enregistre constamment des records. Le changement climatique n'est pas un exercice théorique pour les personnes qui ont vécu dans le Nord depuis des générations; c'est devenu une réalité. Il faut faire quelque

what scientists have learnt and are telling the public about climate change and its impacts. In the Northwest Territories (NWT) a framework has been developed to begin to deal with some of the environmental impacts climate change is causing. The framework is not an answer in itself but rather provides a context for some of the work that has been undertaken and may help in finding some solutions in the NWT and elsewhere.

One of the main objectives of the symposium is to share results and experiences with the environmental assessment process and policy development. This talk deals with some of the experiences gained as communities in the NWT came together to work, plan and develop an environmental management framework.

It is a well known fact that the cumulative effects of climate change are a concern, but only recently have we come to terms with how to deal with it. Keep in mind there is no one organization responsible for the management of cumulative effects. Everyone has a role to play in the mitigation of cumulative effects, and everyone must take at least some responsibility. Over the years, attempts have been made to develop a cumulative effects framework without success.

Following the review of the Diavik Diamond Mine in the NWT, we managed to convince the Canadian government that examining the environmental impacts of resource development initiatives on a project by project basis was not working. The government in turn tasked us with developing an action framework for the NWT that would take into account various stakeholders, multi-jurisdictional regulations and interests, environmental impacts and other concerns facing the NWT as a whole.

When this project was initiated it was assumed there would be other jurisdictions around the country and around the world that would have environmental management frameworks in place that could serve as a model, or at least as a starting point. However, this was not the case. There were no models to follow – this was one exercise that would have to be undertaken from scratch.

The first step was to sort out the responsibilities of the many jurisdictions involved, and identify decision makers and the different priorities of those involved. Fundamental to the framework was building sustainable communities.

chose pour stopper le changement climatique et il faut commencer dès maintenant!

Au vu de cette situation, il est nécessaire de commencer à appliquer les connaissances acquises par les chercheurs et ce qu'ils disent à la population à propos du changement climatique et de ses répercussions. Dans les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.), nous avons élaboré un cadre pour commencer à affronter certaines répercussions environnementales du changement climatique. Ce cadre n'est pas une solution en soi, mais plutôt un contexte pour certains des travaux qui ont été entrepris et il pourrait aider à trouver certaines solutions, tant aux T.N.-O. qu'ailleurs.

L'un des grands objectifs du Colloque est de partager les résultats et les expériences concernant le mécanisme d'évaluation environnementale et l'élaboration des politiques. Mon exposé porte sur certaines des expériences acquises, car les collectivités des T.N.-O. ont uni leurs efforts dans un but commun : planifier et élaborer un cadre de gestion environnementale.

C'est un fait connu que les effets cumulatifs du changement climatique sont préoccupants, mais ce n'est que récemment que nous nous sommes décidés à nous demander comment y faire face. Il ne faut pas oublier qu'il n'existe aucune organisation responsable de la gestion des effets cumulatifs; chacun a un rôle à jouer dans l'atténuation des effets cumulatifs et tous doivent prendre au moins une part des responsabilités. Au fil des ans, on a essayé, sans succès, d'élaborer un cadre concernant les effets cumulatifs.

À la suite de l'examen de la mine de diamant Diavik, dans les T.N.-O., nous avons pu convaincre le gouvernement du Canada que procéder à un examen des conséquences environnementales des initiatives de mise en valeur des ressources projet par projet ne pouvait pas fonctionner. En retour, le gouvernement nous a confié la tâche de préparer pour les T.N.-O. un cadre d'action qui tiendrait compte des divers intervenants, de la réglementation et des intérêts inter-compétences, et des préoccupations environnementales et autres inquiétudes de l'ensemble des T.N.-O.

Au lancement du projet, nous avions présumé qu'il y aurait d'autres provinces ou territoires du pays ou d'autres pays du monde qui auraient adopté des cadres de gestion environnementale qui pourraient nous servir de modèles, ou du moins de point

One by one the issues were addressed and consensus achieved until we arrived at an acceptable blueprint for a new management framework. The final hurdle was to hold stakeholder workshops where agreement was sought on the fundamental principles and responsibilities for implementing the environmental management framework. Late in 2003 the federal government accepted the environmental assessment report, and in so doing accepted the blueprint for a new environmental assessment process. It showed that the federal government was committed to following and accepting the recommendations laid out in management framework that was developed at the grass roots level. More information on the process and management framework is available on the website: www.ceamf.ca.

Presenter: Chris Burn

Carleton University, Canada

"Climate Change, Permafrost, and Resource Development in the Northwest Territories"

In many instances academic research can have a practical significance or direct application in resource development assessment. For example in northern Canada permafrost, climate change and resource development are of great significance in the environmental impact assessment context. Climate change is occurring at the present time in Canada's western Arctic and has a direct bearing on resource development projects such as the Mackenzie gas project.

There are now two big diamond mines north of Yellowknife but the activity that is causing the most international interest at the present time is the renewal of oil and gas development in the Mackenzie Delta area. Both the diamond mine operations and the Mackenzie valley pipeline project are of concern to the stability of permafrost because both of the oil and gas and diamond development will occur in the continuous permafrost zone. The pipeline itself however will cross continuous permafrost and discontinuous permafrost on its way to northern Alberta. So there are some very complicated engineering considerations regarding the pressure and temperature of the gas. If the temperature of the gas or the pipeline is above zero there is a risk of melting the underlying permafrost and that

amorce un projet de recherche. Cela est particulièrement vrai de la recherche sur le changement climatique et c'est pour cette raison que la gestion de l'information est si essentielle. Les résidants du Nord doivent savoir en quoi les répercussions du changement climatique changeront leur vie; ils doivent pouvoir obtenir et comprendre ces renseignements. C'est pourquoi il est si important de veiller à ce que les Autochtones soient mis à contribution dans tous les aspects de la recherche sur le changement climatique, mais nous ne devons pas ignorer la nécessité d'investir pour renforcer également leur capacité.

Une par une, les questions ont été réglées et le consensus atteint, jusqu'au jour où nous avons pu obtenir un avant-projet acceptable du nouveau cadre de gestion. Le dernier obstacle était d'organiser des ateliers pour les intervenants afin d'obtenir un accord sur les principes fondamentaux et les responsabilités de mise en œuvre du cadre de gestion environnementale. Tard en 2003, le gouvernement fédéral a accepté le rapport d'évaluation environnementale et en même temps accepté l'avant-projet d'un nouveau mécanisme d'évaluation environnementale. Cela prouvait que le gouvernement fédéral avait décidé de respecter et d'accepter les recommandations présentées dans le cadre de gestion élaboré à partir de la base. Nous donnons plus de renseignements sur le mécanisme et sur le cadre de gestion sur le site Web, à l'adresse www.ceamf.ca.

Présentateur: Chris Burn

Université Carleton, Canada

« Changement climatique, pergélisol et mise en valeur des ressources dans les T.N.-O. »

Bien souvent, la recherche universitaire peut avoir des répercussions pratiques ou une application directe dans l'évaluation de la mise en valeur des ressources. Ainsi, dans le Nord canadien, le pergélisol, le changement climatique et la mise en valeur des ressources sont d'une grande importance dans le contexte de l'évaluation des incidences environnementales. Le changement climatique est maintenant bien présent dans l'Ouest de l'Arctique canadien et a des conséquences directes sur les projets de mise en valeur des ressources, par exemple le projet d'exploitation du gaz du delta du Mackenzie.

Il y a maintenant deux grandes mines de diamant au nord de Yellowknife, mais l'activité qui pique le plus l'intérêt international

leads to instability in the terrain. If we superimpose upon that a change in the permafrost regime over some 25 or 50 years, then we have a different set of operating conditions for that pipeline.

Within permafrost there are three principle indicators of the state of the environment. The first is the temperature near the surface of the ground, often called the permafrost temperature or near surface ground temperature. The second is the thickness of the active layer, that is the seasonally thawed zone above permafrost. The third indicator is the thickness of the permafrost itself.

Over the next century, permafrost thickness is not an issue, but the other two items are important. There are a number of reasons why active layer thickness and temperature themselves are not of great significance to the integrity of the terrain. The point is that much of the permafrost in northern Canada contains a lot of ice (98% ice by volume) and very little sediment. If this material thaws or the ground warms up the terrain essentially disappears. This becomes a significant geotechnical issue. Everywhere in permafrost regions, wedges or veins of ice are present and form in the winter when the ground becomes so cold that it contracts and splits apart. A crack becomes visible in an ice wedge; the following summer, melting snow trickles down into the cracks and the wedges grow. These wedges are found everywhere in the continuous permafrost zone. Because they are not visible at the surface someone unfamiliar with permafrost may miss them during a ground inspection.

pour le moment est la relance des projets de mise en valeur du petrole et du gaz dans la region du delta du Mackenzie. L'exploitation des mines de diamant et les projets de gazoducs de la vallee du Mackenzie posent des preoccupations concernant la stabilite du pergelisol car, dans l'un et l'autre cas, les activites se deroulleront dans la zone du pergelisol permanent. Le gazoduc lui-meme, toutefois, traversera a la fois le pergelisol continu et le pergelisol discontinu jusque dans le Nord de l'Alberta. Il y a donc quelques considerations techniques tres complexes concernant la pression et la temperature du gaz pompe dans le gazoduc. Si la temperature du gaz dans le gazoduc est superieure a zero, il y a risque de fonte du pergelisol sous-jacent, ce qui entraine une instabilite du terrain. Si nous ajoutons a cela une modification du regime du pergelisol sur environ 25 ou 50 ans, nous aboutissons a un ensemble tout a fait different de conditions d'exploitation du gazoduc.

A l'interieur du pergelisol, il existe trois principaux indicateurs de l'etat de l'environnement. Le premier est la temperature pres de la surface du sol, ce qu'on appelle souvent la temperature du pergelisol ou la temperature du sol pres de la surface. Le second indicateur est l'epaisseur de la couche active, c'est-a-dire la zone superieure, au-dessus du pergelisol, qui subit le degel saisonnier. Le troisieme indicateur est l'epaisseur du pergelisol proprement dit.

Pour le prochain siecle, l'epaisseur du pergelisol en soi ne pose pas probleme, mais les deux autres facteurs sont importants. Il existe un certain nombre de raisons pour lesquelles l'epaisseur de la couche active et la temperature n'ont pas grande incidence concernant l'integrite du terrain. Le «hic» est qu'une bonne partie du pergelisol du Nord canadien contient beaucoup de glace (98 p. 100 de glace par volume) et tres peu de sediments. S'il fond ou si le sol se rechauffe, le terrain disparait tout simple-

However, the ice wedge terminates at the base of the active layer, and so any thickening of the active layer, associated with climate change, would lead to melting of the ice underneath and hence ground instability.

The final consideration is that almost everywhere in permafrost terrain a very icy zone lies just at the base of the active layer. The active layer may be between 60cm and 1m in northwest Canada, and the lower one metre of the ground is about 80% ice by volume. It is because of this ice rich zone on top that permafrost terrain is considered fragile. Any disturbance to the ground surface alters the thermal regime, the active layer thickens, and immediately the ground ice begins to melt. This causes subsidence, ponding, and surfaces with no frictional resistance that can lead to landslides. These are crucial factors when considering development in permafrost areas.

In Inuvik, a community on the west coast of the Mackenzie Delta, climatic conditions were relatively stable from 1926, when area records began, until about 1970. Since 1970, temperatures there have risen three quarters of a degree per decade or 2.5°C in the last 34 years. Most of this warming is a winter phenomenon, as summer conditions have only warmed marginally compared to winter. However the Inuvik record correlates well with stations all the way up the Mackenzie Valley. That record from Inuvik is indeed a regional representation of Western Arctic coastal conditions.

From the coast of the Mackenzie Delta to northern Alberta where the pipeline is slated to go is a distance of about 1,200km through varying conditions and climate regimes. In order to gain an understanding of what is going on, two sets of phenomena are being monitored. The first is temperature within the surface of permafrost. Ground temperature measurements have been taken by Dr. Ross Mackay around Cary Island and Ilisarvik since the early 1970s. When these data are compared to present conditions there is an increase in the ground temperature of about 1.5°C in conjunction with a 2.5°C increase in air temperature. The second element being investigated is the response of the active layer to climatic change. At Ilisarvik, the thickness of the active layer has been monitored for the

ment. Cela devient un probleme geotechnique de taille. Partout dans les regions du pergelisol sont presentes des tentes ou veines de glace, qui se forment pendant l'hiver, lorsque le sol devient si froid qu'il se contracte et se casse. Une fissure devient visible dans la veine de glace; l'ete suivant, la neige fondante s'infiltre dans les fissures et les tentes grandissent. On trouve ces tentes partout dans la zone du pergelisol continu. Parce qu'elles ne sont pas visibles à la surface, quelqu'un qui ne connait pas vraiment le pergelisol pourrait ne pas les voir pendant une inspection au sol. Toutefois, la tente de glace se termine à la base de la couche active de sorte que tout épaississement de cette couche active, associe au changement climatique, entrainerait la fonte de la glace sous-jacente et partant, une instabilite du sol.

Le dernier point à considerer est que presque partout dans les zones de pergelisol il existe une zone tres glacée juste a la base de la couche active. La couche active peut avoir entre 60 cm et 1 m d'epaisseur dans le Nord-Ouest du Canada et le metre inferieur du terrain se compose d'environ 80 p. 100 de glace par volume. C'est en raison de cette zone riche en glace qui le recouvre que le terrain à pergelisol est considere comme fragile. Toute perturbation de la surtace du sol altere le regime thermique, la couche active s'epaissit et, immediatement, la glace de sol commence a fondre. Cela entraine l'affaissement ou la subsidence du terrain, la formation de flaques d'eau et, sur les surtaces sans cohesion ou resistance de frottement, cela peut entrainer des glissements de terrain. Ce sont des tacteurs importants lorsqu'on envisage des projets de mise en valeur dans les zones de pergelisol.

A Inuvik, collectivite sur la cote ouest du delta du Mackenzie, les conditions climatiques etaient relativement stables, de 1926, periode ou ont commence les releves, jusqu'aux environs de 1970. Depuis 1970, les temperatures ont augmente de 0,75°C par decennie ou 2,5°C au cours des 34 dernieres annees. En grande partie, ce rechauffement est un phenomene hivernal, car les conditions estivales ne denotent qu'un rechauffement marginal comparativement a l'hiver. Toutefois, la statistique climatique d'Inuvik correspond bien à celle des stations jalonnant vers l'amont la vallee du Mackenzie. En tait, elle illustre bien à l'echelon regional les conditions coneres dans l'Arctique occidental.

De la cote du delta du Mackenzie jusqu'au Nord de l'Alberta, ou doit se rendre le pipeline, il y a environ 1 200 km de parcours sur des conditions et regimes climatiques divers. Afin de mieux

last 20 years and has shown signs of increase in relation to temperature changes.

Problems can arise in the steel pipes when temperatures change. If the ground temperature rises the pipe expands at a different rate from the surrounding soil. The resulting stresses must be relieved, and this occurs where the steel is already stressed by bends in the pipe. Stress can be reduced by lessening the operating pressure – pumping less gas through the pipe – which changes the economics of the project. This is one of the areas in which the ground and surface temperatures are critical.

Hill slopes are also a concern given the propensity of landslides associated with thickening of the active layer. The National Energy Board of Canada (NEBC) does not like gas pipelines to be exposed to the atmosphere because the single largest problem with pipeline operation is the third party damage. In some cases the NEBC has decided that risk from third party damage is less than from landslide and stability. In general though, pipelines are not to be exposed to the atmosphere so they must go underneath rivers and lakes. The Mackenzie gas project has two big crossings over the Mackenzie River: one is about 2.5km in length, the other about 1km. In this case the pipeline is travelling in permafrost and must go into unfrozen ground under the river and back into permafrost again on the other side. Thermally the river poses a serious frost heave problem for the pipeline. These, then are three problems associated with pipeline construction in permafrost terrain.

Finally I would like to draw your attention to the containment of waste materials. During oil and gas exploration dumps for waste material, known as sumps, are built. Sumps fail when the surrounding permafrost thaws. When a sump fails, high salinity drilling muds are released. There is evidence that in the Parson Lake NWT area, even 30 years after a sump discharge, vegetation recovery is minimal. Permafrost has been considered an ideal containment medium because it is frozen and what is put in it will remain there; but in the context of climate change "frozen" is a transitory state.

comprendre ce qui se passe, nous faisons des releves sur deux ensembles de phenomenes. Le premier est la temperature de surface du pergelisol. Ross Mackay a fait des releves des temperatures du sol autour de Cary Island et d'Ilisarvik depuis le debut des annees 1970. Si nous comparons ces donnees aux conditions actuelles, nous constatons une augmentation de la temperature du sol d'environ 1,5° C et une hausse de 2,5° C de la temperature de l'air. Le deuxieme element etudie est la reaction de la couche active au changement climatique. A Ilasarvik, l'epaisseur de la couche active fait l'objet d'une surveillance depuis 21 ans et on constate des signes d'augmentation lies aux changements de temperature.

Si la temperature change, des problemes peuvent surgir dans les canalisations d'acier. Si la temperature du sol augmente, il y a expansion des canalisations, mais a un rythme different de l'expansion du sol environnant. Les stress qui en resultent doivent etre elimines, ce qui se produit lorsque l'acier subit deja des contraintes en raison des courbures dans les canalisations. Pour reduire les contraintes, on peut soit diminuer la pression d'exploitation, soit pomper moins de gaz dans le gazoduc, ce qui modifie l'aspect economique du projet. C'est l'un des domaines ou la temperature du sol et celle de la surface jouent un role critique.

Une autre difficulte: les pentes des collines, compte tenu de la tendance aux glissements de terrains associee a l'epaississement de la couche active. L'Office national de l'energie du Canada (ONEC) n'aime pas que les gazoducs soient exposes a l'air libre, car le grand probleme, dans l'exploitation des gazoducs, est celui des risques de dommages par des tiers. Dans certains cas, l'ONEC a decide que le risque de dommages par des tiers est moins grand que celui des glissements de terrains et de la stabilite. En regle generale, par contre, les gazoducs ne doivent pas etre exposes a l'air libre et doivent donc passer sous les rivieres et les lacs. Dans le projet de gazoduc du Mackenzie, il y a deux grandes traverses au-dessus du Mackenzie, l'une longue d'environ 2,5 km et l'autre, d'environ 1 km. Dans ce cas, le gazoduc traverse le pergelisol et doit passer dans des terrains non geles sous la riviere pour revenir dans le pergelisol sur l'autre rive. Sur le plan thermique, le fleuve pose un grave probleme, celui du soulevement du gazoduc en raison du gel. Voila donc trois problemes lies a la construction d'un gazoduc sur un terrain de pergelisol.

Panelist: Lillian Øygarden

Centre for Soil and Environmental Science, Norway

The presentations today have brought the effects of climate change on people to the forefront, raising a number of questions. How will we adapt to the changes? Is it possible to have a management plan that can deal with all aspects of climate change? If not, what are the priorities – the extreme events or the more gradual changes? Who should do the planning, and who should implement it? There are many perspectives and issues to consider, and every sector has to begin addressing them. Research initiatives will need to be more focussed in the near future. Given the extent and complexity of the issues associated with climate change, and for the planning to work, more interdisciplinary research is required. As this symposium has demonstrated, planners and policy makers depend on the advice and active input of researchers and Arctic residents.

The possibility of positive impacts of climate change was mentioned in a previous session. For example, a warmer climate will benefit agriculture by extending the growing season. However, if the amount of snow and rainfall increases more winter damage may occur, and an extended growing season is of no use if other factors prevent crops from growing. There are many such examples and each economic sector will have similar ones. This is where planning becomes so important.

There will always be some uncertainty in predicting and planning for the potential impacts of climate change. It is important to consider as many climatic variables and interactions as possible. All these observations and comments highlight the importance of working together to increase our understanding of the interacting elements in our environment. As scientists and policy makers we need to welcome opportunities to cooperate and collaborate.

Panelist: Bjorn Gunnarsson

Natural Resource Sciences, University of Akureyri, Iceland

Throughout the symposium presentations and discussion have dealt with a great variety of climate change impacts, including contaminants from southern industries, the

Enfin, j'aimerais attirer votre attention sur le confinement des déchets. Lors de l'exploitation des gisements de pétrole et de gaz, on construit des décharges pour les déchets, qu'on appelle bassins à boues. Ces bassins à boues se dégradent lorsqu'il y a fonte du pergélisol environnant. Lorsqu'un bassin à boues se dégrade, il y a rejet de boues de forage à forte teneur en sel. Nous disposons de preuves que dans la région de l'Arson Lake, dans les T.N.-O., même 30 ans après le vidage d'un bassin à boues, le rétablissement de la végétation est tout au plus minime. On a cru que le pergélisol était un milieu de confinement idéal parce qu'il est gelé et que ce qu'on y met est censé y rester; par contre, dans le contexte du changement climatique, on peut dire que « gelé » constitue un état transitoire.

Panéliste: Lillian Øygarden

Centre de recherche sur les sols et l'environnement, Norvège

Dans les exposés d'aujourd'hui, il a été surtout question des effets du changement climatique sur les gens, ce qui soulève nombre de questions. Comment nous adapterons-nous aux changements? Est-il possible d'établir un plan de gestion intégrant tous les aspects du changement climatique? Dans le cas contraire, quelles sont les priorités? Les phénomènes extrêmes ou les changements plus progressifs? Qui doit faire la planification et qui doit la mettre en œuvre? Il faut tenir compte de nombre de points de vue et de nombreux enjeux et chaque secteur a commencé à y réagir. Dans l'avenir immédiat, les initiatives de recherche devront être davantage ciblées. Compte tenu de l'ampleur et de la complexité des enjeux liés au changement climatique et eu égard à la planification des travaux, il faut plus de recherche interdisciplinaire. Comme le prouve le présent Colloque, les planificateurs et les responsables de l'élaboration des politiques comptent sur les opinions et l'éclairage actif des chercheurs et des résidants de l'Arctique.

Il a été question dans une séance précédente de la possibilité que le changement climatique ait des effets favorables. Ainsi, si le climat est plus chaud, cela avantagera l'agriculture en prolongeant la saison de croissance. Toutefois, si les quantités de précipitations manquent, sous forme de neige ou de pluie, il pourrait y avoir plus de dommages pendant l'hiver et il est inutile que la saison de croissance soit plus longue si d'autres facteurs empêchent les cultures de croître. Les exemples de ce type ne

effects of biomagnification on the food chain, and most recently permafrost changes and the technical problems that may result. But are there still a few potential impacts that have not been discussed very thoroughly, including the effects of natural resource use in the Arctic and subarctic and even more so in southern regions. Natural resource use includes oil and gas exports, mining, timber, the possible increase in commercial fishing, agriculture, etc.

Natural resources use in one area can potentially affect another. For example driftwood from northwest Russia is often found along the shoreline in Iceland. It stands to reason that remnants from any large oil spills in northwest Russia could also drift to Iceland. This could harm Iceland's fish stocks. We need, therefore, to participate actively in efforts to mitigate any possible impacts from this type of resource usage.

Another important concern is the possible increase in shipping through Arctic waters. There is a high probability of commercial shipping from North America and Western Europe through the Bering Strait to Asian markets. While ships would have to travel somewhat slower than normal because of ice, northern routes are attractive because they reduce distance and lack the size restrictions of the Panama and Suez Canals, permitting passage of large container ships and supertankers.

The point that needs to be underscored here is that activity associated with the northern natural resource sectors will escalate, and preparations to deal with these impacts must begin today. This requires long term monitoring and research methods, and international cooperation.

Finally there is a need to do more to create awareness of Arctic issues and to educate the general public on the Arctic in general. Even in our academic centres there are not enough people familiar with the Arctic. The issue of capacity building also needs to be addressed at the community level in the Arctic. More people who live in small arctic communities need better education and training so they are able to handle the changes that lie ahead.

manquent pas et chaque secteur économique en connaîtra des semblables. C'est là que la planification revêt tant d'importance.

Il y aura toujours des incertitudes dans la prévision des effets éventuels du changement climatique et dans la planification qui s'ensuit. Il est important de tenir compte du plus grand nombre possible de variables et d'interactions climatiques. Toutes ces observations soulignent l'importance de travailler de concert afin de mieux comprendre les éléments en interaction dans notre environnement. À titre de chercheurs et de responsables de l'élaboration des politiques, nous devrons accueillir à bras ouverts les occasions de coopérer et de collaborer.

Paneliste: Bjorn Gunnarsson

Sciences des ressource naturelles, Université d'Akureyri, Islande

Tout au long des exposés et débats du Colloque, il a été question de toute une gamme de répercussions du changement climatique, notamment les contaminants des industries du Sud, les effets de la biomagnification sur la chaîne alimentaire et, plus récemment, des changements dans le pergélisol et des problèmes techniques qui pourraient en découler. Par contre, il existe encore quelques effets potentiels dont il a été peu question, notamment les effets de l'utilisation des ressources naturelles dans les régions arctiques et subarctiques et encore plus dans les régions du Sud. Par utilisation des ressources naturelles, il faut entendre les exportations de pétrole et de gaz, l'exploitation minière, la coupe de bois, l'augmentation éventuelle de la pêche commerciale, l'agriculture, etc.

L'utilisation des ressources naturelles dans un secteur peut avoir des effets dans un autre. Ainsi, le bois flotté du Nord-Ouest de la Russie se retrouve souvent le long des côtes de l'Islande. Il est donc logique de croire que les restes de tout déversement important de pétrole dans le Nord-Ouest de la Russie pourrait également dériver vers l'Islande. Cela pourrait nuire aux stocks de poissons de l'Islande. Il faut donc prendre une part directe aux efforts visant à atténuer tout effet éventuel découlant de ce type d'utilisation des ressources.

Une autre préoccupation importante, l'augmentation possible de la navigation maritime dans les eaux de l'Arctique. Il est très probable que la marine marchande empruntera le détroit de Bering pour expédier des marchandises d'Amérique du Nord et

Discussion Summary

We have heard that there are risks involved when considering resource development in the Arctic; there are needs for adaptation, for a management framework, for addressing cumulative effects, and for participation of indigenous peoples in all phases in of the development and management process. And finally there is a need for cooperation to assist and to try to put forward these mechanisms in a very consistent and efficient way.

Natural resource development in the Arctic has always been a controversial issue. Some see it as a solution to high unemployment while others see it as a disruptive and destructive force that should be stopped. The question then becomes one of approval or disapproval of non-renewable resource development.

In the case of the Mackenzie Delta, the proposed oil and gas project will emit a massive amount of greenhouse gases. What are the alternative futures for the region? In 25 years the three gas fields there may be depleted. Will the region see other gas field development? What about gas hydrates and other oil reserves? People living in the region will have to decide whether this type of resource development can provide a sustainable future.

As well, resource development requires supporting infrastructure. Once again the question arises as to whether this kind of development is desirable, and what the alternatives are. The division of opinions and resulting tension at the community level will become apparent in the environmental assessment. However, given the economic incentives and the alternatives, the decision to proceed with development may have already been made. If governments or southern special interest groups suggest that large-scale resource development projects not go forward they may find themselves accused by northerners of interfering where they are not wanted. This is not a situation unique to Canada; it is going on all over the world.

It is therefore essential to develop and implement a management plan that will encourage sustainable economic development. In order to attain this there must be cooperation on many levels and between various groups with, quite often, different interests. In many cases,

Résumé des discussions

On nous a dit qu'il y a des risques lorsqu'on envisage la mise en valeur des ressources dans l'Arctique; il y a des besoins d'adaptation, il faut préparer un cadre de gestion, trouver des solutions aux effets cumulatifs et faire participer les Autochtones dans toutes les phases du mécanisme d'élaboration et de gestion. Enfin, la coopération est nécessaire de façon à ce que ces mécanismes fonctionnent de façon cohérente et efficiente.

La mise en valeur des ressources naturelles de l'Arctique a toujours porté à controverse. Certains y voient une solution au chômage élevé, tandis que pour d'autres, c'est une force perturbatrice et destructrice qu'il faut arrêter. La question qui se pose alors est: faut-il approuver ou désapprouver la mise en valeur des ressources non renouvelables?

Dans le cas du delta du Mackenzie, le projet pétrolier et gazier envisage émettra des quantités considérables de gaz à effet de serre. Quelles sont, pour l'avenir, les solutions de rechange pour la région? Dans 25 ans, les trois gisements de gaz seront peut-être épuisés. Y aura-t-il dans cette région mise en

resource development in the Arctic is an opportunity for northerners to establish economic autonomy and security for the future. This is not to say that climate change impacts have not been addressed. In many ways arctic people have been leading the charge on impact assessment in the natural resource sector.

valeur d'autres gisements de gaz? Qu'en est-il des hydrates de gaz et autres réserves de pétrole? Les personnes qui vivent dans la région auront à décider si les projets de mise en valeur de ressources de ce genre peuvent leur offrir un avenir durable.

En outre, la mise en valeur des ressources exige une infrastructure de soutien. Encore une fois, la question est de savoir si ce genre de développement est souhaitable et quelles sont les solutions de rechange. Les divergences d'opinions et les tensions qui en résultent au niveau de la collectivité seront sur face dans l'évaluation environnementale. Toutefois, compte tenu des incitatifs économiques et des solutions de rechange, la décision d'aller de l'avant dans le projet de mise en valeur est peut-être déjà prise. Si les gouvernements ou les groupes de pression du Sud proposent de stopper les grands projets de mise en valeur des ressources, il est possible que les habitants du Nord aussi acceptent de se mêler de ce qui ne les regarde pas. La situation n'est pas spécifique au Canada; il en est ainsi partout dans le monde.

Voilà pourquoi il est essentiel de préparer et de mettre en application un plan de gestion qui favorisera le développement économique durable. Pour y parvenir, il faudra que s'instaure une coopération à divers paliers entre divers groupes qui, souvent, sont d'intérêts divergents. Dans bien des cas, la mise en valeur des ressources dans l'Arctique offre aux habitants du Nord l'occasion de se doter d'une autonomie et d'une sécurité économiques pour l'avenir, ce qui ne veut pas dire que l'on n'a pas trouvé de solution aux répercussions du changement climatique. De nombre de façons, les gens de l'Arctique ont été des chefs de file en matière d'évaluation des incidences dans le secteur des ressources naturelles.

Fifth Session:
Moving Forward: Future Challenges and Areas of Cooperation

Moderator: Steven Bigras
Canadian Polar Commission

This has been a very interesting and informative symposium. Over the last day and a half we have gained a considerable amount of information on climate change and its potential impact on the environment and arctic residents from the presenters and panelists, and in the ensuing discussions. Throughout there has been a clear, consistent message: climate change is happening now in the Arctic. Moreover, the predicted impacts of climate change will not only involve frequent and extreme weather events but also long-term environmental shifts that will affect economies and ways of life.

The panelists for this session are being asked to move beyond the research and scientific discussion as much as possible and consider future challenges with respect to climate change, environmental assessment and policy implications for the Arctic. As policy makers and science managers we need to be able to understand and use the climate change information provided by the scientists to develop a convincing case that will persuade senior government officials and politicians to take action. This action will translate into initiatives, strategies, policies, and programs all designed to help mitigate the effects of climate change and help people living in the Arctic to adapt to the impacts.

I would ask that panelists share some of their practical experience on how they have used climate change or environmental assessment information to strengthen their policy positions or even develop new initiatives or policies. Questions that could be considered can include: how do we convince politicians to act now, how do we articulate the immediacy of the message scientists are conveying, and what type of scientific information is needed before any actions will be taken? What are some of the mechanisms available to get the right information into the system to get policies adopted?

If there is still some time remaining we can talk about some of the international projects and initiatives where cooperation is taking place among scientists and policy makers, and think about potential research topics or projects that can benefit from international cooperation.

Cinquieme séance:
Vers l'avenir: Défis futurs et domaines de coopération

Animateur: Steven Bigras
Commission canadienne des affaires polaires

Nous avons eu un Colloque intéressant et enrichissant au plus haut point. Au cours de cette journée et demie, nous avons appris énormément grâce aux présentateurs, aux panélistes et grâce aussi aux discussions qui ont eu lieu. De tout cela, un message clair et cohérent se dégage: le changement climatique est une réalité dans l'Arctique. En outre, les effets prévus du changement climatique comporteront non seulement des phénomènes météorologiques fréquents et extrêmes, mais aussi des changements environnementaux à long terme qui se répercuteront sur les économies et les modes de vie.

Ce que nous demandons aux panélistes de la séance qui commence, c'est d'aller le plus loin possible au delà de la recherche et de la discussion scientifiques et d'envisager les défis futurs en ce qui concerne le changement climatique, l'évaluation environnementale et les répercussions politiques pour l'Arctique. Les responsables de l'élaboration des politiques et les gestionnaires des sciences doivent pouvoir comprendre et utiliser l'information sur le changement climatique fournie par les chercheurs afin d'élaborer un dossier convaincant qui persuadera les hauts fonctionnaires et les responsables politiques de passer à l'action. Cette action se traduira par des initiatives, des stratégies, des politiques et des programmes conçus pour atténuer les effets du changement climatique et aider les gens qui vivent dans l'Arctique à s'adapter à ses conséquences.

J'aimerais demander aux panélistes de partager un peu de leur expérience pratique sur la façon dont ils ont utilisé l'information sur le changement climatique ou l'évaluation environnementale pour renforcer leurs positions politiques ou même élaborer de nouvelles initiatives ou politiques. Parmi les sujets que vous pourriez aborder, mentionnons: Comment convaincre les responsables politiques d'agir dès à présent? Comment formuler l'urgence du message que les chercheurs transmettent? De quels renseignements scientifiques avons nous besoin avant de prendre toute mesure? Quels mécanismes, par exemple, nous sont offerts pour acheminer dans le système l'information appropriée afin de favoriser l'adoption des politiques?

S'il reste du temps, nous pourrons discuter de certaines initiatives et de certains projets internationaux où il y a coopération entre chercheurs et responsables de l'élaboration des politiques.

Panelist: Anders Karlqvist

Swedish Polar Research Secretariat

Reflecting upon the last few hours and days we have heard many messages. On the one hand, scientists are saying that there is a lot of information, and that they know how and what is happening with the arctic system, and that there is a need to take immediate action. On the other hand the scientists are saying there are still some uncertainties and more research and resources are needed. Of course these statements are incompatible, but when approaching the political system we need to distinguish the underlying tactics in these two messages. A mixed message is being sent when discussing the importance of climate change for people living in the Arctic, but climate change is also being presented as a global problem affecting everyone.

Arctic science is a small part of the global science community. It competes for resources, and for future scientists, with all other branches of science – some of which, like medicine, biotechnology, and information technology, easily get the attention of politicians. Attracting and training smart young scientists, the next generation of arctic researchers, is crucial. It takes time, and requires planning, resources and the support of governments.

If you look at the history of science you can see it is very much a product of technological advances. Take the example of satellites. This technology is taken for granted – no one even gives it a second thought. We go so far as to complain that the satellite images do not give this or that information, when in fact scientists would be totally lost without satellite technology. Today's scientists would be lost without computers, as the capability to undertake analysis would be severely reduced. Technology is not necessarily changing our capability of solving problems; it is however changing the way we define the problems.

A final comment with respect to research cooperation: the upcoming International Polar Year 2007 – 08 (IPY) has great potential as a conduit for arctic science, and a means to help it take a leap forward. One of the most important dimensions of the IPY will be its ability to promote polar science around the world. Of course the purpose of an event of

Panéliste: Anders Karlqvist

Secrétariat suédois de la recherche polaire

Depuis quelques heures, et même quelques jours, de nombreux messages ont résonné. Les scientifiques disent que nous ne manquons pas d'information, qu'ils savent ce qui se passe dans le système arctique et quelles en sont les modalités, et qu'il faut agir immédiatement. Par ailleurs, ils nous disent que certaines incertitudes demeurent et qu'il faut davantage de recherche et de ressources. Bien sûr, il s'agit de déclarations incompatibles mais, lorsque nous abordons le régime politique, nous devons distinguer les tactiques sous-jacentes dans ces deux types de messages. Lorsqu'il s'agit de traiter de l'importance du changement climatique pour ceux qui vivent dans l'Arctique, le message est mitigé; par contre, on présente le changement climatique comme un problème global qui touche tout le monde.

La science de l'Arctique n'est qu'une faible portion de la collectivité scientifique mondiale. Elle fait concurrence, en matière de ressources et de futurs chercheurs, à toutes les autres branches de la science, dont certaines, notamment la médecine, la biotechnologie et les technologies de l'information, obtiennent facilement l'attention des personnalités politiques. Il est essentiel d'attirer et de former de jeunes chercheurs intelligents, la prochaine génération de chercheurs de l'Arctique. Cela prend du temps et exige de la planification, des ressources et l'appui des gouvernements.

Dans l'histoire des sciences, on peut voir qu'elle est en grande partie le produit des progrès technologiques. Prenons l'exemple des satellites. C'est une technologie que nous tenons pour normale, sans la moindre arrière-pensée. Nous allons jusqu'à nous plaindre que les images des satellites ne nous donnent pas tel ou tel renseignement quand, en fait, les chercheurs seraient totalement perdus sans la technologie des satellites. Les chercheurs modernes seraient bien embarrassés sans les ordinateurs, car leur capacité d'effectuer des analyses serait gravement réduite. La technologie ne modifie pas nécessairement notre capacité de régler les problèmes, mais elle change la façon dont nous les définissons.

Panelist: Paola De Rose

Canadian Mission to the European Union

Panéliste: Paola De Rose

Mission du Canada auprès de l'UE

more often than not a great deal of energy must be expended to increase public awareness and sensitivity before the political will to act is engaged. To advance the science and the policy agenda, the political will and public opinion must all be moved in tandem and it must occur trans-nationally. Over the last two days we have heard that there are no natural mechanisms that facilitate this type of activity. It needs to be stimulated by such means as bilateral agreements between countries. Our collective experience would suggest this is no simple task. Much can be learned from one another's experiences, approaches, models, and strategies that have succeeded in terms of raising awareness, establishing a dialogue, and influencing policy. As mentioned previously the International Polar Year 2007–08 is one such event that has the capability of capturing the world's attention while establishing new mechanisms of cooperation and collaboration.

Another aspect of international collaboration is partnerships among researchers. Often researchers know of one another – they go to the same conferences, and read the same journals – but it is really surprising how seldom they interact with one another. It is even more surprising when scientists are conducting research on similar topics and physically working in regional proximity and are unaware of each other. This is one reason for events such as the Canada–E.U. symposium. We hope it will stimulate a fair bit of collegiality and collaboration, by providing a venue for researchers of like interests to meet face to face and actually compare experiences and research results.

We are hoping this symposium will be a stepping stone to new contacts, creating an ongoing dialogue that will lead to new collaborative projects with specific relevance to policy making and political dialogue.

Panelist: John Crump

Indigenous Peoples Secretariat

It is no easy task to summarize what has been said over the last two days of discussions. The idea of policy – how to develop it and how to get decision makers to pay attention to what is happening – becomes somewhat of a circular discussion. But once a vision for the future is established,

rapide et parce qu'elle libère des fonds afin de faciliter la collaboration entre chercheurs.

En théorie, la science pour elle même, cela ne peut durer toujours car, finalement, elle débordera les limites de la science et commencera à exercer un effet sur la société. Cela soulève alors un défi plus vaste, lier la recherche et le développement au dialogue sur la volonté politique et le gouvernement. Les données scientifiques ont des conséquences sur les décisions politiques et, souvent, le politique s'incline devant l'opinion et la sensibilisation du public. Par contre plus souvent qu'autrement, il faut consacrer beaucoup d'énergie pour sensibiliser le public avant que naisse la volonté politique d'agir. Pour servir le calendrier des priorités scientifiques et politiques, la volonté politique et l'opinion publique doivent être mobilisées de concert et cela doit se produire à l'échelon transnational. Depuis deux jours, nous avons entendu répéter qu'il n'existe pas de mécanisme naturel facilitant ce type d'activité. Il faut les stimuler par des moyens comme des accords bilatéraux entre pays. Selon notre expérience collective, ce n'est pas une tâche facile. Nous avons beaucoup à apprendre les uns des autres de nos expériences, approches, modèles et stratégies, celles qui ont réussi évidemment, pour ce qui est d'augmenter la sensibilisation, d'amorcer un dialogue et d'influencer la volonté politique. On l'a dit précédemment, l'Année polaire internationale 2007–2008 est l'un des événements susceptibles d'attirer l'attention mondiale tout en établissant des nouveaux mécanismes de coopération et de collaboration.

Il existe un autre aspect de la collaboration internationale, c'est à dire les partenariats qui se forment entre chercheurs. Souvent, les chercheurs se connaissent, ils vont aux mêmes conférences, lisent les mêmes publications scientifiques, mais vous seriez très étonnés de voir à quel point il est rare qu'ils interagissent les uns avec les autres. C'est encore plus étonnant lorsque les chercheurs mènent des recherches sur des sujets analogues et travaillent physiquement proches dans la même région peut être, sans savoir ce que l'autre fait. Voilà une des raisons d'être d'événements comme notre Colloque Canada–UE. Nous espérons qu'il favorisera un certain niveau de collégialité et de collaboration, en offrant aux chercheurs ayant les mêmes intérêts l'occasion de se rencontrer personnellement et de comparer leurs expériences et résultats de recherche.

En ce qui a trait plus précisément aux prochaines étapes du groupe ici présent et à titre de suivi à l'événement, nous espérons

developing policy or make the vision a reality should be simple and straightforward.

In sum the process is easier if there is a clear need or a given situation that has serious implications for the future and needs to be addressed. Generally speaking this is what has happened over the course of the symposium. There has been some very compelling stories told. Researchers do not necessarily like to hear their work described as stories, but I have an example where research was used to tell a story that valued up-to-date science and policy relevant agenda.

The Stockholm Persistent Organic Pollutants (POPs) convention was a mere glimmer in the eyes of the members of the Arctic Council a few years ago. Throughout the debate on the impacts of POPs, the fact that research had been undertaken in collaboration with the indigenous people in the Arctic made the story more compelling because indigenous peoples were involved in the POPs research and monitoring projects that were able to make stand and use the information to tell their story. They were able to articulate the impacts that were a direct result of POPs. They were able to show how the POPs were affecting their communities, they brought these issues onto the international stage, and were able to win the sustained support of the general public during the long negotiating process. Although the indigenous peoples were not solely responsible for the successful negotiations of the POPs convention they did play a significant role. Similarly, a collaborative precedent was established as part of the Arctic Climate Impacts Assessment (ACIA) where all of the six indigenous organizations in the Arctic Council played a role in the research design, development and execution of the ACIA report.

There is now a real attempt, a concerted effort to integrate the body of knowledge accumulated over the centuries by indigenous peoples through observation to form an integral part of research projects in an effective and meaningful manner. Over the last two days discussions have focused on emerging research opportunities and the importance of collaboration and cooperation. The example of the POPs convention is also a very compelling argument to build strong alliances with the indigenous peoples of the

qui servira de tremplin vers l'établissement de nouveaux contacts, d'un dialogue permanent qui ouvrira la voie à de nouveaux projets de collaboration ayant une pertinence particulière en matière d'élaboration des politiques et de dialogue politique.

Panéliste: John Crump

Secrétariat des peuples autochtones

Récemment, quelque chose est ressorti au cours de ces deux journées de discussions et que je trouve très facile. Parler de politique, de la façon de l'élaborer et des moyens d'attirer l'attention des décideurs sur ce qui se passe, peut sembler une discussion tautologique. Par contre, lorsqu'il s'agit d'une vision de l'avenir, et d'une politique basée sur cette vision, une réalité devient beaucoup plus simple et directe.

Pour une telle processus, il est plus facile d'y arriver lorsque, dans un cadre clinique, se présente une situation où il y a des répercussions graves pour l'avenir et dont il faut débattre. L'énergie générée par ce qui s'est produit au cours du Colloque Circumpolaire est passée à des cas très convaincants. Les chercheurs reconnaissent progressivement que l'on qualifie leur travail d'histoires, mais c'est un exemple où la recherche a permis de raconter une histoire grâce à laquelle a progressé le calendrier de la recherche appropriée.

La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) suscitait à peine une lueur d'intérêt chez les membres du Conseil de l'Arctique, il y a quelques années. Au fil du débat sur les conséquences des POP, le fait que la recherche ait été entreprise en collaboration avec les peuples autochtones de l'Arctique a rendu le cas plus solide. Puisque les Autochtones participaient aux projets de recherche et de surveillance des POP, ils ont pu comprendre et utiliser l'information et raconter leur histoire. Ils ont été à même de préciser les impacts qui résultaient directement des POP, ont pu faire ressortir comment les POP affectaient leurs collectivités, ils ont porté les problèmes sur la scène internationale et réussi à obtenir le soutien durable du grand public au cours des longues négociations. Même si les Autochtones n'étaient pas les seuls responsables du succès des négociations de la Convention sur les POP, ils ont joué un rôle de premier plan. De la même façon, un précédent a été établi, en matière de collaboration, dans le cadre de l'Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique (ACIA), où les six organismes autochtones du Conseil de l'Arctique ont joué un

Arctic, and it is equally important that they be included in all phases of research projects conducted in the Arctic.

Panelist: Keith Finlayson

United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal

Pure research is harder to promote than applied research. And within the realm of pure research, some projects – like those which produce pretty pictures from the Hubble telescope – capture the imagination more quickly than others that count caribou or investigate ecosystem dynamics. These projects therefore have a harder time capturing the public's attention and obtaining public funding. Everyone around this table has an appreciation for the value of pure research to society. The discovery of the Antarctic ozone hole, for instance was the result of a pure research project.

A lot of what is being discussed for the International Polar Year falls into the category of applied, or target, research. Sometimes applied research is in fact pure research with a popularized label such as research about climate change impacts, mitigation, or adaptation. However it is labeled, there is still an element of pure research attached to it. Once these labels have been attached the responsibility of communicating research results often shifts from scientists to the policy makers. Scientists conducting pure research need to be aware of how the data have been collected and also that their analysis will be used to influence the decision-making process. Perhaps research questions should be designed based on what policy decisions need to be made rather than the other way around. There is not enough thought about how new research, monitoring or analysis will directly feed into the decision making process.

There is a need here for better communication between the researchers and policy makers. The political will to do something about climate change does not exist on its own merit. The real issue is that as a research community we are only too happy to hand off problematic situations to the policy and decision makers and expect them to take the next step. We rely on them to devise a strategy and course of action that will lead to a solution. It is precisely this

rôle dans la conception et l'élaboration de la recherche et l'exécution du rapport sur l'ACIA.

Nous observons maintenant une véritable tentative, un effort concerté pour intégrer le corpus de connaissances réunies au fil des siècles par les Autochtones au moyen de l'observation et en faire une partie intégrante des projets de recherche d'une manière efficace et significative. Au cours de ces deux journées, nous nous sommes concentrés sur les perspectives de recherche naissantes et sur l'importance de la collaboration et de la coopération. L'exemple de la Convention sur les POP est de plus un argument très convaincant en faveur de l'établissement d'alliances fortes avec les Autochtones de l'Arctique et il est tout aussi important qu'ils soient présents dans toutes les phases des projets de recherche menés dans l'Arctique.

Panéliste: Keith Finlayson

Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Arendal

Il est plus facile de faire la promotion de la recherche appliquée que de la recherche pure. De plus, dans le domaine de la recherche pure, certains projets, du genre de ceux qui génèrent les belles images du télescope Hubble, captivent l'imagination plus rapidement que d'autres, par exemple celui de chercheurs procéderaient au dénombrement du caribou ou feraient des recherches sur la dynamique des écosystèmes. Il est évident que, dans ces projets, il est plus difficile d'attirer l'attention du public et d'obtenir des fonds publics. Vous tous ici présents autour de cette table connaissez la valeur de la recherche pure pour la société. À titre d'exemple, la découverte du trou dans la couche d'ozone de l'Antarctique était un résultat d'un projet de recherche pure.

En bonne partie, ce dont nous discutons pour l'Année polaire internationale tombe dans la catégorie de la recherche appliquée ou ciblée. Parfois, la recherche appliquée est en fait de la recherche pure avec une étiquette populiste, par exemple la recherche sur les répercussions du changement climatique et les mesures d'atténuation ou d'adaptation. Peu importe l'étiquette, un élément de recherche pure y reste toujours attaché. Lorsque ces étiquettes sont fixées, la responsabilité de diffuser les résultats de la recherche passe souvent des chercheurs aux responsables de l'élaboration des politiques. Les scientifiques en

handover step that has been the weakest link in the climate change research process.

For example the science that has been conducted as part of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is very good. Under this program all the top experts have been gathered to develop a consensus view of what the problem with warming is and what the likely regional climate scenarios will be. Where they and others seem to fail is when considering what action can be taken and what the costs and benefits are of different actions. The strength in this type of discourse lies in the economics that accompany the different courses of action. This would help policy makers and politicians lay out an explicit plan. Here again it would seem that the challenge lies in broadening cooperation and collaboration efforts to ensure that all the stakeholders, including communities, researchers, policy makers and politicians are part of the process at the early stages.

Discussion Summary

The presentations and discussions of the last two days suggest that there is now enough information on climate change impacts for the global community to realize the need to act now. The challenge is how to move forward on these issues.

We need to consider the position of the world's haves and have-nots. There are many people around the world, including people living in the Arctic, who would like to enjoy the material standard of living that most of western civilization takes for granted. This of course would be a completely unsustainable situation.

Although most of the world is aware of climate change and its potential impacts, there are few citizens in western democracies that will acknowledge that they are a major part of the problem. There is limited political will regarding climate change issues, and very few politicians are willing to openly criticize their own nation's life-style and state the magnitude and seriousness of the problem facing the world. Also, many of the messages being sent to politicians are mixed which is not surprising given the scale and complexity of the system being studied. The Kyoto Protocol

recherche pure doivent savoir de quelle manière les données ont été recueillies et que leur analyse servira à influer sur le processus décisionnel. Peut-être faudrait-il que les questions de recherche soient fondées sur les décisions politiques à prendre, plutôt que l'inverse. Il faudrait réfléchir encore à la manière dont les nouvelles activités de recherche, de surveillance ou d'analyse alimenteront directement le processus décisionnel.

Sur ce plan, il faut une meilleure communication entre les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques. La volonté politique de faire quelque chose à propos du changement climatique n'existe pas par elle-même. Le vrai problème est que, à titre de collectivité de chercheurs, nous ne sommes que trop heureux de laisser les situations problématiques aux responsables de l'élaboration des politiques et aux décideurs et d'attendre qu'ils prennent la relève. Nous comptons sur eux pour mettre au point une stratégie et un plan d'action qui aboutiront à une solution. C'est précisément cette étape de transfert qui a été le lien le plus faible dans le processus de la recherche sur le changement climatique.

À titre d'exemple, les travaux scientifiques menés sous l'égide du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont de haut calibre. Dans le cadre de ce programme, on a réuni tous les spécialistes de premier plan pour élaborer un consensus sur ce qui n'allait pas, qui causait le réchauffement, et ce que seraient les scénarios climatologiques régionaux possibles. Là où le GIEC et d'autres semblent échouer, c'est lorsqu'ils se demandent quelles mesures prendre et quels sont les coûts et les avantages de ces diverses solutions. La force de ce genre de discours repose dans l'aspect économique qui accompagne les divers modes d'intervention. Cela aiderait les responsables de l'élaboration des politiques et les politiciens à établir un plan d'action explicite. Encore là, il semblerait que le défi soit d'élargir les efforts de coopération et de collaboration pour que tous les intervenants, y compris les collectivités, les chercheurs, les responsables de l'élaboration des politiques et les politiciens fassent partie du processus dès le début.

Résumé des discussions

Il ressort des exposés et discussions des deux dernières journées que nous disposons désormais de suffisamment de renseignements sur les répercussions du changement climatique

may be a good first step in trying to mobilize global political will and address the problem. However, we need to be realistic. Third world countries want development and do not necessarily care about the impacts at this stage. They want to become part of the haves of the globe and will therefore continue exploiting resources, which means more pollution and more climatic changes.

The balance between giving advice and making policy is a delicate one. Politicians are much smarter than we give them credit for and will react immediately when the information they are given is clear and consistent. New research has shown that the assessments most effective in translating research to policy include three things: credibility, saliency, and legitimacy in the activities being assessed. Incorporating some type of body or boundary group between the researchers and the policy makers can further strengthen these three characteristics. This group could be responsible for communicating, translating and mediating the information being passed between the two groups as well as act as a body for any disputes that arise.

The most important route from science to decision making is through public awareness. Regional responses can be effective in implementing sound assessments and policy decisions. We need a better mechanism for communicating the information and issues, and bringing them from the Arctic to the world stage. Improving public awareness is also key to preventing polar researchers from continually addressing arctic issues in isolation. The IPY 2007–08 represents such an opportunity: it can change the way research is conducted in the Arctic, and set the research agenda for the next ten, twenty, or perhaps even fifty years.

We must also consider the changing political landscape and governance structures in the circumpolar world. Twenty-five years ago Justice Thomas Berger conducted an inquiry into the Mackenzie Valley pipeline project. He entitled his report "Northern Frontier, Northern Homeland". This title represented the dichotomy of the Arctic seen either as a location for resource development and exploitation by external interests or by the indigenous people as home. The First Nations and Inuit living in the Mackenzie Valley had unsettled land claims and were not part of the

sur la collectivité mondiale pour prendre conscience qu'il est nécessaire d'agir dès maintenant. Le défi, c'est de savoir quoi faire ensuite.

Nous devons tenir compte de la situation des mieux nantis et des moins nantis du monde. Une multitude de gens, de par le monde, notamment ceux qui vivent dans l'Arctique, souhaiteraient un niveau de vie matérielle que la plupart d'entre nous, occidentaux, tenons pour normal. Évidemment, la situation serait totalement insoutenable.

Même si la plupart des gens du monde sont au courant du changement climatique et de ses effets potentiels, rares sont les citoyens des démocraties occidentales qui reconnaîtraient être l'un des grands nœuds du problème. En ce qui a trait aux enjeux touchant le changement climatique, la volonté politique est plutôt limitée et très rares sont les politiciens qui sont disposés à critiquer ouvertement le style de vie de leur propre pays et à parler de l'ampleur et de la gravité du problème que le monde doit affronter. De plus, nombre des messages envoyés à nos politiciens sont mitigés, ce qui n'a rien d'étonnant compte tenu de l'envergure et de la complexité du système étudié. Le Protocole de Kyoto est peut-être un premier pas encourageant pour essayer de mobiliser la volonté politique mondiale et s'attaquer aux problèmes. Toutefois, il faut être réaliste. Les pays du Tiers-Monde veulent se développer et ne se soucient pas nécessairement des répercussions à ce stade. Ils veulent faire partie des nantis de la Terre et, par conséquent, continueront d'exploiter les ressources, ce qui se traduit par encore plus de pollution et des changements climatiques plus prononcés.

Entre donner des conseils et élaborer une politique, il existe un équilibre délicat. Les politiciens sont beaucoup plus intelligents que nous le pensons et réagiront immédiatement si nous leur fournissons des renseignements précis et cohérents. Les recherches récentes prouvent que les évaluations les plus efficaces pour traduire la recherche par des politiques comportent trois éléments : crédibilité, mise en évidence et légitimité des activités évaluées. Intégrer une sorte d'organisme ou de groupe limitrophe entre les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques peut renforcer encore ces trois caractéristiques. Ce groupe pourrait avoir la tâche de diffuser, de traduire et de publier l'information transmise entre les deux parties et agir à titre d'organe arbitral en cas de litige.

La voie la plus importante entre la science et la prise de

decision-making process. Over the last 25 years the Canadian Arctic has evolved politically. Now the homeland has precedence in decision-making process, yet 25 years ago it was considered a frontier. This is just one more reason to develop close cooperation and collaboration with indigenous peoples of the Arctic, particularly during the early stages of research planning.

décisions passe par la sensibilisation du public car, même si le problème affectera l'ensemble de la planète, nous avons des preuves qu'à l'échelon régional, les réactions ont été efficaces et ont débouché sur la mise en application d'évaluations et de décisions politiques logiques. Il nous faut un mécanisme plus efficace pour diffuser l'information et faire connaître les enjeux, les faire passer de l'Arctique à la scène mondiale. De plus, la sensibilisation accrue du public est un facteur clé pour que les chercheurs en matières polaires évitent de s'attaquer constamment seuls aux problèmes de l'Arctique. L'API 2007–2008 est une de ces occasions: elle peut modifier la façon dont les recherches dans l'Arctique sont exécutées et établir le calendrier de recherche pour les dix, vingt ou même cinquante prochaines années.

Il existe un autre point dont tenir compte, c'est-à-dire la mutation du paysage politique et des structures de gouvernance dans le monde circumpolaire. Il y a 25 ans, le juge Thomas Berger menait une commission d'enquête sur le projet de pipeline de la vallée du Mackenzie. Il a intitulé son rapport «Le Nord: terre lointaine, terre ancestrale». Il faut voir dans ce titre la dichotomie de l'Arctique, perçue soit comme un lieu de mise en valeur et d'exploitation des ressources par des intérêts externes, soit la terre où vivent les Autochtones. Les Premières nations et les Inuits qui vivent dans la vallée du Mackenzie ont des revendications territoriales non réglées et n'ont pas fait partie du mécanisme décisionnel. Là-bas, ces 25 dernières années, l'Arctique canadien a évolué politiquement. Maintenant, la terre ancestrale a préséance dans le mécanisme décisionnel et pourtant, il y a 25 ans, cette région était considérée comme une «terre lointaine». C'est une raison de plus de parvenir à une coopération et à une collaboration étroites avec les Autochtones de l'Arctique, particulièrement au cours des premiers stades de planification de la recherche.

Closing Remarks

This symposium has brought to light the fact that climate change and in particular global warming is occurring now. Nowhere on the planet will it have a greater impact than in the polar regions. From the policy perspective, in order to develop and implement initiatives and strategies that will address climate change impacts there is an urgent need to act now.

As scientists and policy makers we need to remind ourselves that we live in a global system. Polar scientists need to provide policy makers and decision makers with facts and not uncertainties. It is therefore necessary to have sufficient research and data analysis available to draw conclusions with relative certainty. Although we need continuous long-term research, the perfect answer is not required in order for politicians and policy makers to act. There can be no absolutes and policy makers cannot allow themselves to make decisions based only on absolute certainties.

It is obvious from our discussions that as arctic scientists and policy makers we are all working in similar political environments and the message regarding climate change and the need to act now is universal. It is also interesting to note that there is a general consensus that the way to move forward on the climate change agenda is to engage politicians and the general public through increased communications, outreach and public awareness. There is a need to build stronger partnerships with indigenous people living in the Arctic, generate greater cooperation and collaboration through inter-disciplinary research projects, and create more opportunities for cross-fertilization with indigenous peoples, scientists, policy makers and politicians.

As arctic researchers and policy makers we need to rethink the way we approach research planning and information dissemination. We must learn how to take full advantage of opportunities that allow us to collaborate and cooperate, and to capture the world's attention. IPY 2007–08 is shaping up to be such an opportunity; it may very well be the beginning of a new era in international polar research.

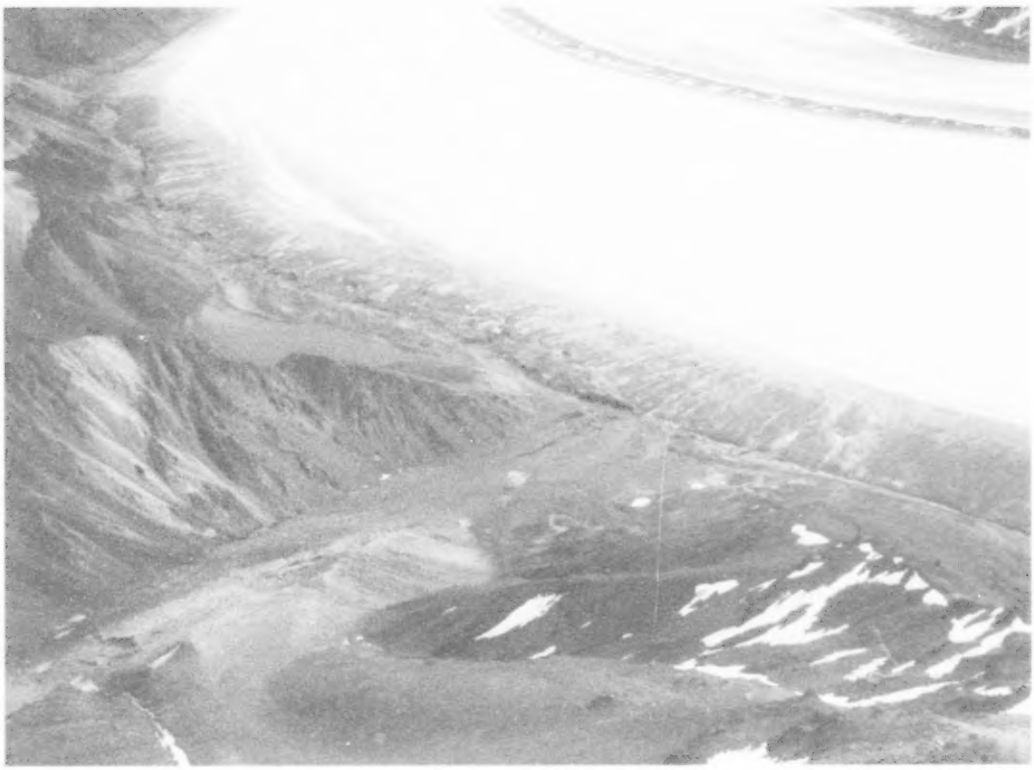
Mot de clôture

La première évidence qui se dégage du Colloque est que le changement climatique, et notamment le réchauffement planétaire, c'est commencé! Nulle part sur la planète le phénomène n'aura un effet plus important que dans les régions polaires. Sur le plan politique, il est urgent d'agir dès maintenant et d'élaborer et de mettre en œuvre des initiatives et stratégies qui s'attaqueront aux impacts du changement climatique.

En tant que chercheurs et responsables de l'élaboration des politiques, nous devons nous garder d'oublier que nous vivons dans un système planétaire. Les chercheurs en matières polaires doivent fournir aux responsables de l'élaboration des politiques et aux décideurs des faits, et non des incertitudes. Il est donc nécessaire de disposer de suffisamment de données de recherche et d'analyse pour tirer des conclusions assez solides. Même si la recherche à long terme demeure un besoin constant, il n'est pas nécessaire de trouver la solution toute faite pour que les politiciens et les responsables de l'élaboration des politiques agissent. L'absolu n'existe pas et les responsables des politiques ne peuvent se permettre de prendre des décisions fondées uniquement sur des certitudes absolues.

Il est évident, d'après nos discussions, qu'à titre de chercheurs de l'Arctique et de responsables de l'élaboration des politiques, nous travaillons tous dans des environnements politiques analogues et que le message concernant le changement climatique et la nécessité d'agir dès maintenant est universel. Un autre fait intéressant à relever est qu'il existe un consensus général selon lequel, pour aller de l'avant dans les priorités concernant le changement climatique, il faut mobiliser les politiciens et le grand public par un effort accru de communication, de vulgarisation et de sensibilisation du public. Il est nécessaire d'établir des partenariats plus forts avec les peuples autochtones qui vivent dans l'Arctique, générer une coopération et une collaboration accrues par des projets de recherche interdisciplinaires et créer davantage de possibilités d'enrichissement croisé avec les peuples autochtones, les scientifiques, les responsables de l'élaboration des politiques et les politiciens.

Nous, chercheurs de l'Arctique et responsables de l'élaboration des politiques, devons repenser notre façon d'aborder la planification de la recherche et la diffusion de l'information. Nous devons apprendre à tirer pleinement parti des occasions qui



Appendix A:
List of Acronyms

ACIA	Arctic Climate Impact Assessment
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
C-CAIRN	Canadian Climate Adaptation and Impacts Network
COES	Committee for Earth Observation Satellites
CICERO	Centre for International Climate and Environmental Research
CPC	Canadian Polar Commission
EC	European Commission
EEA	European Environment Agency
EU	European Union
GEO	Global Earth Observation
GMES	Global Monitoring of the Environment and Security
GPS	Geographic Positioning System
INAC	Indian and Northern Affairs Canada
IPCC	International Panel on Climate Change
IPY	International Polar Year
MYI	multi-year ice
NDSC	Network for Detection of Stratospheric Change
NEBC	Energy Board of Canada
NWT	Northwest Territories
POPs	Persistent Organic Pollutants
UNEP	United Nations Environmental Programme

Annexe A:
Liste des sigles

ACIA	Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique
PSEA	Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique
C-CIARN	Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation
CEOS	Comité sur les satellites d'observation de la Terre
CICERO	Centre for International Climate and Environmental Research
CCAP	Commission canadienne des affaires polaires
CE	Commission européenne
AEE	Agence européenne de l'environnement
UE	Union européenne
GEO	Groupe intergouvernemental spécial des observations de la Terre
GMES	Surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité
GPS	Système de positionnement géographique
AINC	Affaires indiennes et du Nord canadien
GIEC	Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
API	Année polaire internationale
GPA	Glace de plusieurs années
NDSC	Réseau de détection des changements stratosphériques
ONEC	Office national de l'énergie du Canada
T.N.-O.	Territoires du Nord-Ouest
POP	Polluants organiques persistants
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement

Appendix B:
List of Participants

Tim Aston
Science Officer
Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences
Phone: 613-238-2223 Ext. 263
E-mail: aston@cfcas.org
Canada

Hartmut Behrend
European Commission
Directorate-General for Environment
Phone: (32-2) 298 6431
E-mail: hartmut.behrend@cec.eu.int
Belgium

Alan Belward
European Commission – Joint Research Centre
Phone: 0039 332 789298
E-mail: alan.belward@jrc.it
Belgium

Steven Bigras
Executive Director
Canadian Polar Commission
Phone: +1 613 943 8606
E-mail: bigrass@polarcom.gc.ca
Canada

Patti Bruins
Senior Policy Advisor – Circumpolar Affairs
Department of Foreign Affairs
Phone: +32 2 741 0692
E-mail: patti.bruins@dfait-maeci.gc.ca
Canada

Chris Burn
Northern Research Chair
Department of Geography and Environmental Studies, Carleton University
Phone: +1 613 520 2600 ext. 3784
E-mail: crburn@ccs.carleton.ca
Canada

Terry Callaghan
Director
Abisko Scientific Research Station
E-mail: terry.callaghan@ans.kiruna.se
Sweden

John Crump
Executive Secretary
Indigenous Peoples Secretariat
Phone: +45 33 69 34 62
E-mail: ipc@ghsdk.dk
Denmark

Chad Dick
CBC International Project Office, Norwegian Polar Institute
Phone: +47 77 75 01 45
E-mail: chad@npolar.no
Norway

John England
Northern Research Chair
University of Alberta
Phone: +1 780 492 3673
E-mail: john.england@ualberta.ca
Canada

Keith Finlayson
Polar Program Manager
UNEP/GRID-Arendal
Phone: +47 37 03 56 50
Mobile: +47 91 84 61 35
E-mail: keith.finlayson@grida.no
Norway

Jean Claude Gascard
Laboratoire d'oceanographie dynamique et de climatologie, Universite Pierre et Marie Curie
Phone: +33(0)1 43 36 70 70
E-mail: jcg@lodyc.jussieu.fr
France

Annexe B:
Liste des participants

Tim Aston
Agent scientifique
Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère
Telephone: 613 238 2223 Poste 263
Courriel: aston@cfcas.org
Canada

Hartmut Behrend
Direction generale de l'environnement, Commission europeenne
Telephone: (32 2) 298 6431
Courriel: hartmut.behrend@cec.eu.int
Belgique

Alan Belward
Centre Commun de Recherche – Commission europeenne
Telephone: 0039 332 789298
Courriel: alan.belward@jrc.it
Belgique

Steven Bigras
Directeur executif
Commission canadienne des affaires polaires
Telephone: +1 613 943 8606
Courriel: bigrass@polarcom.gc.ca
Canada

Patti Bruins
Conseillere principale en politique – Affaires circumpolaires
Ministere des Affaires etrangeres
Telephone: +32 2 741 0692
Courriel: patti.bruins@dfait-maeci.gc.ca
Canada

Chris Burn
Chaire de recherche nordique
Faculte de geographie et d'etudes environnementales, Universite Carleton
Telephone: +1 613 520 2600 Poste 3784
Courriel: crburn@ccs.carleton.ca
Canada

Terry Callaghan
Directeur
Station de recherche scientifique Abisko
Courriel: terry.callaghan@ans.kiruna.se
Suede

John Crump
Secretaire executif
Secretariat des peuples autochtones
Telephone: +45 33 69 34 62
Courriel: ipc@ghsdk.dk
Danemark

Chad Dick
Bureau d'information de projet CBC, Institut polaire norvegien
Telephone: +47 77 75 01 45
Courriel: chad@npolar.no
Norvege

John England
Chaire de recherche nordique
Universite de l'Alberta
Telephone: +1 780 492 3673
Courriel: john.england@ualberta.ca
Canada

Keith Finlayson
Chargé du programme polaire
PNUE/GRID-Arendal
Telephone: +47 37 03 56 50
Cellulaire: +47 91 84 61 35
Courriel: keith.finlayson@grida.no
Norvege

Jean Claude Gascard
Laboratoire d'Oceanographie Dynamique et de Climatologie, Universite Pierre et Marie Curie
Telephone: (33(0)1 43 36 70 70
Courriel: jcg@lodyc.jussieu.fr
France

Paula de Rose
Canadian Mission to the EU
Phone: +32 2 741 0680
E-mail: paula.de.rose@dfait-maeci.gc.ca
Canada

Steinar Sorensen
UNEP/GRID Arendal
Phone: +47 370 35730
E-mail: steinar.sorensen@grida.no
UNEP

David Stanners
European Environment Agency
Phone: +45 3336 7100
E-mail: David.Stanners@eea.eu.int
Denmark

Hermann Sveinbjornsson
Icelandic Mission to the EU
Phone: +32 2 286 1788
E-mail: Hermann.sveinbjornsson@mfa.stjr.is
Iceland

Petteri Laiho
Director
Finnish meteorological institute
Phone: +358 9 1929 2201
E-mail: petteri.laiho@fmi.fi
Finland

Anders Turesson
Swedish Ministry of Sustainable Development
Phone: +46 8 405 10 00
E-mail: anders.turesson@environment.ministry.se
Sweden

Maaike Vancauwenberghe
Belgium Federal Public Planning Service Science Policy
Phone: +32 2 238 36 78
E-mail: vcau@belspo.be
Belgium

Simon Wilson
Arctic Monitoring and Assessment Program
Phone: +47 23 24 16 32
E-mail: amap@amap.no
Norway

Paula de Rose
Mission du Canada auprès de l'UE
Téléphone: +32 2 741 0680
Courriel: paula.de.rose@dfait-maeci.gc.ca
Canada

Steinar Sorensen
PNUE/GRID Arendal
Téléphone: +47 370 35730
Courriel: steinar.sorensen@grida.no
PNUE

David Stanners
Agence européenne pour l'environnement
Téléphone: +45 3336 7100
Courriel: David.Stanners@eea.eu.int
Danemark

Hermann Sveinbjornsson
Mission de l'Islande auprès de l'UE
Téléphone: +32 2 286 1788
Courriel: Hermann.sveinbjornsson@mfa.stjr.is
Islande

Petteri Laiho
Directeur
Institut météorologique de Finlande
Téléphone: +358 9 1929 2201
Courriel: petteri.laiho@fmi.fi
Finlande

Anders Turesson
Ministère du développement durable de Suède
Téléphone: +46 8 405 10 00
Courriel: anders.turesson@environment.ministry.se
Suède

Maaike Vancauwenberghe
Belgium Federal Public Planning Service Science Policy
Téléphone: +32 2 238 36 78
Courriel: vcau@belspo.be
Belgique

Simon Wilson
Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (PSEA)
Téléphone: +47 23 24 16 32
Courriel: amap@amap.no
Norvège

Photos: pp. ii, xii, xv, 20, 24, 28, 48, 59, Peter Johnson; p. 41, Trans Canada Pipelines Ltd.; p. 9, Canadian Space Agency / l'Agence spatiale canadienne

Department of Foreign Affairs and International Trade

Ministère des Affaires étrangères et du Commerce international

Canadian Polar Commission
Suite 1710, Constitution Square
360 Albert Street
Ottawa, Ontario K1R 7X7
Canada
Tel: (613) 943-8605
Fax: (613) 943-8607
Toll-free: 1-888-765-2701
E-mail: mail@polarcom.gc.ca
Internet: www.polarcom.gc.ca

Commission canadienne des affaires polaires
Pièce 1710, Constitution Square
360, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1R 7X7
Canada
Tél. : (613) 943-8605
Télec. : (613) 943-8607
Sans frais : 1-888-765-2701
Courriel : mail@polarcom.gc.ca
Internet : www.polarcom.gc.ca